

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт
Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г. В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.05

код — наименование направления

ВЕНТИЛЯЦИЯ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ В п. КУРАГИНО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
тема

Руководитель	_____	<u>доцент, к. т. н</u>	<u>В. К. Шмидт</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Р.И. Усачев</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2017 г.

Продолжение титульного листа МД/ДП/ ДР/БР по теме ВЕНТИЛЯЦИЯ
ЗДАНИЯ ШКОЛЫ В п. КУРАГИНО КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Консультанты по
разделам:

ТВИС
наименование раздела

подпись, дата

В. К. Шмидт
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

В. К. Шмидт
инициалы, фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	4
Введение.....	5
1 Исходные данные объекта проектирования.....	6
1.1 Характеристика района и объекта строительства.....	6
1.2 Расчётные параметры наружного воздуха.....	6
1.3 Расчётные параметры внутреннего воздуха.....	6
2 Вентиляция.....	7
2.1 Расчёт поступлений вредных выделений.....	7
2.2 Теплопоступления от солнечной радиации через световые проёмы.....	7
2.3 Теплопоступления от солнечной радиации через покрытие.....	8
2.4 Теплопоступления влагопоступления и поступления углекислого газа от людей.....	10
2.5 Сводная таблица вредных выделений в помещениях.....	12
2.6 Расчет воздухообменов в помещениях.....	13
2.7 Таблица воздухообменов.....	16
2.8 Составление воздушного баланса.....	17
2.9 Местные отсосы.....	18
2.10 Аэродинамический расчет воздуховодов.....	19
2.11 Подбор оборудования.....	25
3 Технология возведения инженерных систем.....	34
3.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции.....	34
3.2 Последовательность монтажа системы вентиляции.....	35
3.3 Испытание и сдача в эксплуатацию системы вентиляции.....	37
3.4 Инструменты для монтажа систем вентиляции и отопления.....	38
4 Заключение.....	40
5 Список использованных источников.....	41
Приложение А.....	41

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Вентиляция здания школы в п. Курагино» содержит 41 страницу, 10 рисунков, 10 таблиц, 24 формулы, 1 приложение, 14 использованных источников, 8 листов графического материала.

Ключевые слова: воздухообмен, воздушный баланс, аэродинамический расчёт.

Целью настоящей работы было обеспечение нормируемых параметров микроклимата в помещении здания школы.

Для достижения поставленной цели был определён ряд технических задач:

- а) Расчёт поступлений вредных выделений;
- б) Расчёт воздухообменов в помещениях;
- в) Составление воздушного баланса;

В результате проведённого точного расчёта, в здании автотехцентра запроектированы системы отопления и вентиляции, обеспечивающие нормируемые параметры микроклимата. Кроме того, данные системы имеют высокую энергоэффективность, что в настоящее время является актуальным.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного производства систем и вентиляции являются одной из главных мер, обеспечивающих наилучшие условия для высокопроизводительного труда, повышение творческой активности, а также полноценного отдыха людей. Существенна роль вентиляционных систем и в защите окружающей среды от загрязнения.

Задача создания эффективно действующих вентиляционных систем решается экономичными и прогрессивными способами: устраиваются комбинированные системы для административно-бытовых зданий, отвечающие самым высоким санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. В помещении школы требуется поддержание заданных параметров воздуха на строго определенном уровне.

Основной задачей вентиляционных систем является поддержание в помещениях допустимых параметров воздушной среды и обеспечение наилучших условий для работы. При проектировании систем традиционное предпочтение отдается наиболее простым из обеспечивающих заданные условия способам, при которых проектировщики стремятся уменьшить производительность систем, принимая целесообразные конструктивно-планировочные решения здания, внедряя технологические процессы с минимум вредных выделений, устраивая укрытия мест образования вредных выделений.

Состояние воздушной среды в помещении в холодное время года определяется действием не только отопления, но и вентиляции. Вентиляция предназначена для поддержания в помещении помимо необходимой температуры определенной влажности, подвижности, давления, газового состава и чистоты воздуха. Во многих производственных и гражданских зданиях вентиляция создаёт требуемые санитарно-гигиенические условия, что способствует снижению числа заболеваний людей, улучшения их самочувствия.

Эффективность работы вентиляционных систем, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно принятых схем

систем и достоверно проведенных расчетов, но и от организованного монтажа, наладки и эксплуатации самих вентиляционных систем.

В представленной работе рассмотрены вопросы проектирования, конструирования, монтажа и эксплуатации вентиляционных систем на примере здания школы.

1 Исходные данные объекта проектирования

1.1 Характеристики района и объекта строительства

- 1) Район строительства – п. Курагино Красноярского края.
- 2) Назначение объекта – здание школы.
- 3) Ориентация главного фасада – СЗ.

1.2 Расчётные параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются по [1], в зависимости от географического местоположения объекта и назначения систем. При расчете систем вентиляции для гражданских зданий следует принимать расчетные параметры А для теплого периода года и параметр Б для холодного. Все исходные значения записываются в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчётные параметры наружного воздуха

Период года	Температура t , °С	Теплосодержание I , кДж/кг	Скорость v_v , м/с
1	2	3	4
Тёплый	22,5	49,4	1,0
Холодный и переходный	- 40	- 40,2	1,0

2. Расчет вентиляции

2.1 Расчет поступлений вредных выделений

Количество теплоты, Вт, поступающей в помещение от источников искусственного освещения:

$$Q_{\text{осв}} = E * F * q_{\text{осв}} * n_{\text{осв}} = 300 * 1133,05 * 0,067 * 1 = 22774 \text{ Вт где (1)}$$

E - освещенность, лк;

F - площадь пола помещения, м^2 ;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 * \text{к})$;

$n_{\text{осв}}$ – доля теплоты, поступающей в помещение. Для ламп, находящихся в помещении, $n_{\text{осв}} = 1$. Если лампы находятся вне помещения, $n_{\text{осв}} = 0,45$ для ламп накаливания, $n_{\text{осв}} = 0,15$ для люминесцентных светильников.

Таблица 2

Наименование помещения	Общая освещенность помещения, E лк	Площадь пола помещения, м^2	Удельные тепловыделения, $q_{\text{осв}}$	Количество теплоты, $Q_{\text{осв}}$, Вт

Учебное помещение	500	52	0,074	1924
Обеденный зал	200	52	0,074	769,6

2.2 Теплоступления от солнечной радиации через световые проёмы

Количество теплоты, Вт, поступающей в теплый период года через световые проемы,

$$Q_0 = (q_1 F_1 + q_2 F_2) \beta_{сз} = (47,52 \cdot 20 + 19,44 \cdot 20) \cdot 0,4 = 535,68 \quad (2)$$

где q_1, q_2 - тепловые потоки, поступающие в помещение через вертикальное остекление, соответственно облучаемых и не облучаемых прямой солнечной радиацией, Вт/м²;

F_1, F_2 - площади световых проемов, соответственно облучаемых и не облучаемых прямой солнечной радиацией, м²;

$\beta_{сз}$ - коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств. Для штор из светлой ткани $\beta_{сз} = 0,4$; для штор из темной ткани $\beta_{сз} = 0,8$; для окон без солнцезащитных устройств $\beta_{сз} = 0,9$.

Для вертикальных остеклений, частично или полностью облучаемых прямой солнечной радиацией,

$$q_1 = (q_{вп} + q_{вр}) K_1 \cdot K_2 = (587 + 56) \cdot 0,60 \cdot 0,90 = 347,22 \quad (3)$$

для вертикальных остеклений, находящихся в тени,

$$q_2 = q_{вр} \cdot K_1 \cdot K_2 = 56 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 30,24 \quad (4)$$

где: $q_{вп}, q_{вр}$ - поступление теплоты, Вт/м², соответственно от прямой и рассеянной солнечной радиации;

K_1 - коэффициент, учитывающий затенение остекления;

K_2 - коэффициент, учитывающий загрязнение остекления.

$$Q_0^{\text{Обеденный зал}} = 63 \cdot 0,6 \cdot 0,95 \cdot (2 \cdot 2,1 \cdot 1,8) \cdot 0,8 = 220 \text{ Вт}.$$

$$Q_0^{\text{Учебное помещение}} = 63 \cdot 0,6 \cdot 0,95 \cdot (2 \cdot 2,1 \cdot 1,8) \cdot 0,4 = 109 \text{ Вт}$$

2.3 Теплопоступления от солнечной радиации через покрытие

Теплопоступления от солнечной радиации через покрытие

Поступление теплоты, Вт, в теплый период года через покрытие, найдем как

$$Q_{\text{п}} = (q_0 + \beta A_q) F, \quad (5) \text{ где}$$

F – площадь покрытия в рассчитываемом помещении, м²;

β – коэффициент изменения величины теплового потока в различные часы суток;

A_q – амплитуда колебаний теплового потока, Вт/м²;

q – среднесуточное поступление теплоты в помещение, Вт/м². Среднесуточное поступление теплоты, определим по формуле

$$q_0 = (t_{\text{н усл}} - t_{\text{в}}) / R_0 \quad (6)$$

где R_0 – сопротивление теплопередачи теплоты, для чердачного перекрытия детских учреждений и школ, $R_0 = 5,97 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$;

$t_{\text{н усл}}$ – условная среднесуточная температура наружного воздуха, °C.

Условная среднесуточная температура наружного воздуха будет равна

$$t_{\text{н усл}} = t_{\text{н}} + \rho I_{\text{ср}} / \alpha_{\text{н}} \quad (7)$$

где $t_{\text{н}}$ – среднемесячная температура наружного воздуха в теплый период года, равная 23,1 °C;

ρ – коэффициент поглощения солнечной радиации для стали листовой, окрашенной темно -красной краской $\rho = 0,8$;

$I_{\text{ср}}$ – среднесуточное количество тепла от суммарной радиации, согласно для 46° географической широты $I_{\text{ср}} = 330 \text{ Вт/м}^2$;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплопередачи наружной поверхности покрытия, Вт/м²·°C.

$$\alpha_n = 5,8 + 11,6 V; (8)$$

V – скорость ветра в теплый период года, м/с, но не менее 1 м/с.

Амплитуда колебаний теплового потока, Вт/м, $A_q = \alpha_v A_{tv}$, где

α_v – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхностью покрытия, для гладких поверхностей $\alpha_v = 8,7$ Вт/м² · °С ;

A_{tv} – амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности покрытия, °С, определяемая по формуле $A_{tv} = A_t \text{ расч} / \gamma$, где

$A_t \text{ расч}$ - расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °С;

γ - величина затухания расчетной амплитуды, $\gamma = 8,7 R_o$.

Коэффициент изменения величины теплового потока в различные часы суток β определяется по табл.8 в зависимости от числа часов до или после максимума теплоты $Z - Z_{\max}$. Время поступления максимума теплоты, отсчитываемое от полуночи, определяется по зависимости $Z = 13 + 2,7 D$, где D - тепловая инерция покрытия, $D = \sum R_i S_i$; Z_{\max} - расчетный час (максимальные поступления теплоты от солнечной радиации через световые проемы).

Тогда получим

$$\alpha_n = (5,8 + 11,6 \cdot \sqrt{1}) = 17,4 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}.$$

$$t_n^{\text{усл}} = 23,1 + \frac{0,8 \cdot 330}{17,4} = 38,272 \text{ °С}.$$

$$A_{tv} = \frac{13,3}{8,7 \cdot 5,49} = 0,278 \text{ °С}.$$

$$A_q = 8,7 \cdot 0,278 = 2,423 \text{ Вт/м}.$$

$$q_o = \frac{1}{5,97} (38,272 - 18) = 3,396 \text{ Вт/м}^2.$$

$$Z = 13 + 2,7 \cdot 2,86 = 20,7.$$

Для обеденного зала и учебных помещений расчетный час равен 7, тогда $Z - Z_{\max} = 20,7 - 7 = 13,7 \gg \beta = -1$.

Теплопоступление через покрытие определяем по формуле

Для обеденного зала $Q_{\text{п}} = (2,893 + 2,423 \cdot (-1,0)) \cdot 88,38 = 45 \text{ Вт}$.

2.4 Теплопоступления влагопоступления и поступления углекислого газа от людей

Теплопоступления, влагопоступления и поступления углекислого газа от людей

Тепловыделения человека складываются из отдачи явного и скрытого тепла и зависят от вида выполняемой работы, температуры внутреннего воздуха и теплозащитных свойств одежды. От этих же факторов зависят и поступления в помещение влаги от человека. При определении тепловлагопоступлений и поступления CO_2 от людей используются данные по удельным количествам указанных вредностей от одного человека.

Таблица 3

Наименование помещений	Учебное помещение	Обеденный зал
Категория тяжести работ	Легкая работа	Легкая работа
Температура внутреннего воздуха	18° С	20° С
Количество людей	30	70

Теплопоступления от людей, Вт, найдем по формуле:

$$Q_{\text{чел}} = q \cdot n, \quad (9)$$

где q – полное тепловыделение одним человеком, Вт;

n – количество человек в помещении.

Для учебного помещения:

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 99 \cdot 30 = 2970 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 151 \cdot 30 = 4530 \text{ Вт}$$

Для обеденного зала:

$$Q_{\text{чел}}^{\text{явн}} = 99 \cdot 70 = 6930 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{чел}}^{\text{пол}} = 151 \cdot 70 = 10570 \text{ Вт}$$

Количество влаги, кг/ч, выделяемой людьми, определяется по формуле:

$$W = \frac{W_i \cdot n}{1000}, \quad (10)$$

где W - норма влаговыделений одним мужчиной, определяется согласно таблице, г/ч;

n – то же, что и в формуле.

Для учебного помещения:

$$W = \frac{75 \cdot 30}{1000} = 2,25$$

Для обеденного зала

$$W = \frac{75 \cdot 70}{1000} = 5,25$$

Поступления углекислого газа от людей (одинаково для теплого и холодного периодов) найдем по формуле:

$$M = M_i \cdot n, \quad (11)$$

где M_i – количество углекислого газа, выделяемого одним человеком (для работы средней тяжести равняется 35 л/час, для лёгкой работы - 25 л/час, в состоянии покоя – 23 л/час);

n – то же.

Для учебного помещения:

$$M = 25 \cdot 30 = 750 \text{ л/ч}$$

Для обеденного зала:

$$M = 25 \cdot 70 = 1750 \text{ л/ч}$$

3.1.2 Теплопоступления от компьютеров

Теплопоступления от 1 компьютера принимаем равным 300 Вт.

2.4 Сводная таблица вредных выделений в помещениях

Таблица 4

Наименование вредности	Учебное помещение	Обеденный зал
$Q_{изб}^{явн}$	3079	7150
$Q_{изб}^{пол}$	6608	11604,6
W, кг/ч	2,25	5,25
M, л/ч	750	1750

Расчет поступлений теплоты, влаги и газов в помещение завершается составлением сводной таблицы выделений теплоты $Q_{я изб}$ и $Q_{п изб}$, влаги W, газов M для трех периодов года.

Для холодного и переходного периодов года следует принять условие компенсации теплотерь через ограждающие конструкции системой отопления и в дальнейшем расчете учитывать все тепlopоступления как избыточные:

Для учебного помещения:

$$Q_{изб}^{явн} = Q_{чел} + Q_{осв} = 2970 \text{ Вт} + 109 \text{ Вт} = 3079 \text{ Вт}$$

Для обеденного зала:

$$Q_{изб}^{явн} = Q_{чел} + Q_{осв} = 6930 \text{ Вт} + 220 \text{ Вт} = 7150 \text{ Вт}$$

где $Q_{чел}$ - тепlopоступления от людей, Вт. Для теплого периода следует дополнительно учитывать тепlopоступления от солнечной радиации (через остекление и через покрытия):

Для учебного помещения:

$$Q_{изб}^{пол} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_o + Q_{п} = 4530 \text{ Вт} + 1924 \text{ Вт} + 109 \text{ Вт} + 45 \text{ Вт} = 6608 \text{ Вт}$$

Для обеденного зала:

$$Q_{изб}^{пол} = Q_{чел} + Q_{осв} + Q_o + Q_{п} = 10570 \text{ Вт} + 769,6 \text{ Вт} + 220 \text{ Вт} + 45 \text{ Вт} = 11604,6 \text{ Вт}$$

При определении $Q_{п изб}$ в следует подставлять от людей полные тепlopоступления, а при определении $Q_{я изб}$ - явные.

2.6 Расчет воздухообменов в помещениях

1.1. Параметры воздуха в вентиляционном процессе

Температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения,

$$t_y = t_b + (H - 2) \text{ grad } t = 19,2 \text{ (12)}$$

где t_b - расчетная температура внутреннего воздуха в помещении, С;

H - высота помещения, м;

$\text{grad } t$ - температурный градиент, принимаемый по табл.

Таблица 5 – Температурный градиент

Удельный избыток явной теплоты, q , Вт/м ³	$\text{grad } t$, °С
Менее 12	0 - 0,5
От 12 до 23	0,3 - 1,2
Более 23	0,8 - 1,5

Для определения удельного избытка явной теплоты, q , необходимо избыточные явные тепlopоступления в помещение $Q_{\text{я изб}}$ (табл. 9) поделить на объем этого помещения. Меньшие величины $\text{grad } t$ даны для расчета вентиляции в холодный период года, большие - в теплый период. Температуру приточного воздуха в холодный период года допускается принимать на 4 - 6 °С ниже расчетной температуры внутреннего воздуха в помещении. Для теплого периода года температура приточного воздуха совпадает с температурой наружного воздуха по параметрам А. Влагосодержание и теплосодержание приточного воздуха определяют по $I - d$ - диаграмме в зависимости от относительной влажности воздуха и температуры. Концентрация CO_2 в удаляемом воздухе C_u принимается: для помещения с пребыванием детей $C_u = 1,1$ г/м³; для учреждений $C_u = 2,0$ г/м³; для помещений с кратковременным пребыванием людей $C_u = 3,2$ г/м³. Концентрация CO_2 в наружном или приточном воздухе г/м³; для сельской местности $C_{\text{п}} = 0,5$ г/м³.

Основной характеристикой изменения параметров воздуха в помещении является угловой коэффициент луча процесса, кДж/кг,

$$\varepsilon = 3,6 Q_{\text{п изб}} / W, \text{ (13) где}$$

$Q_{\text{п изб}}$ - избыточные полные тепловыделения в помещении, Вт,

W - влаговыведения в помещении, кг/ч

Для учебного помещения:

$$\varepsilon = 3.6 * 6608 / 2,25 = 10572,8$$

Для обеденного зала:

$$\varepsilon = 3.6 * 11604,6 / 5.25 = 7957,44$$

Определение расчетных воздухообменов

Расчет воздухообменов G_1, G_2, G_3, G_4 производится для трех периодов года (теплого, переходного, холодного), исходя из условий ассимиляции поступлений теплоты, влаги и газов.

Воздухообмен, кг/ч, определяется:

по избыткам явной теплоты

$$G_1 = Q_{\text{я изб}} / 0,278 (t_y - t_{\text{п}});$$

по избыткам полной теплоты

$$G_2 = Q_{\text{п изб}} / 0,278 (I_y - I_{\text{п}});$$

по избыткам влаги

$$G_3 = W / (d_y - d_{\text{п}});$$

по газовым выделениям

$$G_4 = M / (C_y - C_{\text{п}}),$$

где $Q_{\text{я изб}}, Q_{\text{п изб}}$ - избытки теплоты, соответственно явной и полной в помещении, Вт

W - избытки влаги в помещении, кг/ч

M - количество газов, выделяющихся в помещении, г/ч

$t_y, t_{\text{п}}$ - температуры воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, °C (п.3.1); $d_y, d_{\text{п}}$ - влагосодержание воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, кг/кг сух. возд. (п.3.2); $I_y, I_{\text{п}}$ - энтальпии воздуха, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, кДж/кг; $C_y, C_{\text{п}}$ - содержание CO_2 в воздухе, соответственно удаляемого и подаваемого в помещение, г/м³; При одновременном поступлении в помещение различных вредностей воздухообмен определяют по каждой вредности отдельно. За расчетный воздухообмен принимается больший из рассчитанных. Объемное количество воздуха, м³/ч, определяют по формуле:

$$L = G / \rho, (14)$$

где G - воздухообмен, кг/ч;

ρ - плотность воздуха, кг/м³.

После расчета воздухообмена по вредностям определяется минимальный воздухообмен в рассчитываемом помещении. Минимальный воздухообмен в помещении определяют из расчета на одного человека по следующим рекомендациям: для зрительных залов, клубов - 20 м³/ч; для учреждений - 40 м³/ч; для спортивных залов - 60 м³/ч.

Таблица 6

Наименование	Об. пом. м³	Приток		Вытяжка			
		Крат- ность	Объем м³/час	№ систем	Крат- ность	Объем м³/час	№ систем
Обеденный зал на 70 мест	165	20м³/ч	1400 1000	П1	20м³/ч	1400	В1
Горячий цех	80	по расчету	1400	П1	по расчету	2400	В2
Моечная столовой посуды	25	4	100	П1	6	150	В2
Моечная кухонной посуды	25	4	100	П1	6	150	В2
Кладовая сухих продуктов	15	-	-	-	1	15	В2
Загрузочная	15	3	230	П1	-	-	-
Коридор	-	по балансу	235	П1	-	-	-
Мясо-рыбный цех	30	3	90	П1	4	120	В2
Цех мучных изделий	45	по расчету	410	П1	по расчету	500	В2
Холодный цех	15	3	45	П1	4	60	В2
Овощной цех	30	4	90	П1	4	120	В2
Моечная тары	25	4	100	П1	6	150	В3
Душевая	6	-	-	-	75м³/ч на 1душ. сет	75	ВЕ 14
Санузел персонала	6	-	-	-	50м³/ч на унитаз	50	ВЕ 14
Комната персонала	30	по балансу	75	П1	-	-	-
Тамбур столовой	-	-	-	-	-	-	-
Кладовая овощей	20	-	-	-	2	40	ВЕ 14
Кладовая мясо-молочных овощей	20	3	60	П1	3	60	В4

2.8 Составление воздушного баланса

Воздушный баланс составляют по всем помещениям. Расчетные воздухообмены, как по вредностям, так и по нормируемой кратности для всех помещений заносят в таблицу. При этом вначале составляется баланс в кг/ч, а

затем определяется объемное количество воздуха в м³/ч. Как правило, суммарный расход вытяжки превышает приток. Поэтому полученную разность расходов необходимо подать для соблюдения воздушного баланса в коридоры, холлы.

Расчёт воздушного баланса сведён в таблицу 6.

Таблица 7 – Воздушный баланс помещений

Помещение		Приточная вентиляция				Вытяжная вентиляция			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наим.	Объём, м ³	Мех, кг/ч м ³	Ест, кг/ч м ³	Всего, кг/ч м ³	Кратность	Мех, кг/ч м ³	Ест, кг/ч м ³	Всего, кг/ч м ³	Кратность
Учебное помещение (4шт)	160 *4	366 300		366 300	2		285 240	285 240	2
Гардеробная ячейка	24	146 120	-	146 120	6		30 25	30 25	1
Гардеробная ячейка (9шт)	24 *9	146 120	-	146 120	6		30 25	30 25	1
Гардеробная ячейка	18	146 120	-	146 120	6		24 20	24 20	1
Кабинет завуча	32	300	-	300	1	300	-	300	2
Учительская школы I ступени	75	160	-	160	2		0	-	
Методический кабинет	24						53 45	53 45	1
Санузел для детей инвалидов	19						59 50	59 50	3
Санузел для девочек	27						119 100	119 100	5
Санузел для мальчиков	27						119 100	119 100	5
Санузел для учителей	8						59 50	59 50	4
Комната уборочного инвентаря	8						12 10	12 10	1
Кабинет Обж	160	366 300		366 300	2		285 240	285 240	2
Радиоузел	24								
Комната охраны	26								
Обеденный зал на 70 мест	160	903 740		903 740	6	664 560		664 560	5
Горячий цех	37	1478 1211		1478 1211	40	1796 1514		1796 1514	49

Холодный цех	15	55 45		55 45	4	71 60		71 60	5
Моечная столовой посуды	15	76 63		76 63	5	110 93		110 93	7
Мучной цех	48	55 45		55 45	1	107 90		107 90	2

Воздушный баланс соблюден.

2.9 Местные отсосы

В горячем цехе, предназначенном для тепловой обработки полуфабрикатов и окончательного приготовления блюд, установлено следующее оборудование:

- плита электрическая;
- устройство варочное УЭВ -60;
- Электрокипятильник КНЭМ 100М1;
- шкаф жарочный ШЖЭ -3;
- стол с моечной ванной х2;
- шкаф вытяжной ШК 85-77;
- плита электрическая бытовая «Лысьва»;

Количество приточного и удаляемого воздуха по модулированному оборудованию принимается согласно таблице и представлено в следующей таблице.

Таблица 8

Наименование оборудования	Характеристика выделяющихся вредностей	Объем удаляемого воздуха, м3/ч	Объем приточного воздуха, м3/ч
плита электрическая	Тепло, влага	750	400
устройство варочное УЭВ -60	Тепло, влага	650	350
Электрокипятильник КНЭМ 100М1	Тепло, влага	250	
шкаф жарочный ШЖЭ -3	Тепло, влага	400	
стол с моечной ванной	Влага	30	
шкаф вытяжной ШК 85-77	Пары хим. реакций	600	
плита электрическая бытовая «Лысьва»	Тепло, влага, запахи	180	

Для улавливания избыточного тепла, влаги и продуктов сгорания, улучшения микроклимата в рабочей зоне над тепловым оборудованием в горячем цехе

установим местные вентиляционные отсосы МВО, которые выпускают двух типов: вытяжные МСВ, и приточно-вытяжные МС.

Технические характеристики вентиляционного зонта ЗП 00.000 представлены ниже на рис.1

Обозначение	Исп.	Размеры, мм							Вес, кг
		А*	Б*	Б1*	Б2*	Н	Н1	t	
ЗП.00.000	1	250	450			240	150	1,0	4,5
-01	1	400	720			376	250	1,0	8,7
-02	1	500	900			400	250	1,0	12
-03	1	800	1440			763	538	1,0	31,5
-04	1	1000	1800			811	538	1,0	58,6
-05	2	250	450	400	720	400	250	1,0	7,2
-06	2	500	900	800	1440	930	638	1,0	27,0
-07	2	800	1440	1000	1800	995	638	1,0	53,5

2.10 Аэродинамический расчет воздуховодов

Аэродинамический расчет выполняется с целью определения сечений воздуховодов и суммарных потерь давления по участкам основного направления с увязкой всех остальных участков системы.

Перед началом расчета вычерчивают схемы воздуховодов систем в аксонометрической проекции. На схемах указывают номера участков и расходы воздуха.

Расчет выполняют по методу удельных потерь давления, согласно которому потери давления, Па, на участке воздуховода длиной 1, м, определяют по формуле:

$$\Delta p = R \cdot \beta_{ш} \cdot l + z, \quad (15)$$

где R – удельные потери давления на трение на 1м стального воздуховода, Па/м;

$\beta_{ш}$ - коэффициент шероховатости;

z - потери давления в местных сопротивлениях, Па;

l - длина участка.

Потери давления в местных сопротивлениях на участке:

$$z = \sum \varphi \cdot p_d, \quad (16)$$

где $\Sigma\varphi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;
 p_d – динамическое давление, Па.

Коэффициент местного сопротивления на участке, находящийся на границе 2-х участков необходимо относить к участку с меньшим расходом. Аэродинамический расчет системы вентиляции состоит из двух этапов: расчета участков основного направления (магистральной) и увязки всех остальных участков системы. Расчет ведется в следующей последовательности.

1) На аксонометрической схеме выбирают основное (магистральное) направление, для чего выявляют наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков, при равной протяженности магистралей за расчетную принимают наиболее загруженную, производят нумерацию участков магистрали, начиная с участка с меньшим расходом, а затем нумеруют участки ответвлений. На каждом участке указывают расход воздуха L , м³/ч, длину l , м. Результаты аэродинамических расчетов заносят в таблицу 7.

2) Заполнение таблицы 7 начинают с магистрали. Согласно аксонометрической схеме заносят в графы 1,2,3 номер участка, расход воздуха, длину участка.

3) Размеры сечения воздуховодов на участках определяют, ориентируясь на рекомендуемые скорости движения воздуха на участках $V_{рек}$, м/с. по таблицам.

Для прямоугольных воздуховодов с размерами $a \cdot b$ определяют эквивалентный по скорости диаметр круглого воздуховода:

$$d_э = \frac{2ab}{a+b},$$

(17)

4) Определяют удельные потери давления на трение R по номограммам или таблицам, составленным для стальных воздуховодов. Для воздуховодов из других материалов вводится другой коэффициент $\beta_{ш}$, который заносят в графу.

5) Потери давления на трение определяют по формуле (36) и заносят в соответствующую графу.

6) Используя таблицы местных сопротивлений, определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений (к.м.с.) на участке $\Sigma\xi$ и ее заносят в соответствующую графу. При этом следует помнить, что к.м.с., находящийся на границе двух участков, относят к участку с меньшим расходом, значения к.м.с., отнесенные к какой-либо скорости, необходимо перед внесением в таблицу привести к скорости расчетного участка.

7) Потери давления в местных сопротивлениях z , Па, определяют по формуле (16) и заносят в соответствующую графу.

8) Определяют общие потери давления на расчетном участке P , Па, и заносят в соответствующую графу. Общие потери давления в системе равны

сумме потерь в последовательно соединенных участках по магистральному направлению, которые заносят в соответствующую графу.

9) Расчет ответвлений производят аналогично магистральному направлению. Размеры сечений ответвлений считаются подобранными, если относительная невязка потерь не превышает 15%:

$$\Delta = \frac{(\Delta p_{\text{маг}} - p_{\text{отв}})}{p_{\text{маг}}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (18)$$

где $p_{\text{маг}}$ – сумма потерь давления по магистральному направлению от точки разветвления до первого участка, Па.

Для увязки потерь давления в ответвлениях используем клапаны ручной регулировки РК.

Расчётные схемы приведены на рисунках 2 и 3.

Аэродинамический расчёт сведён в таблицу 7.

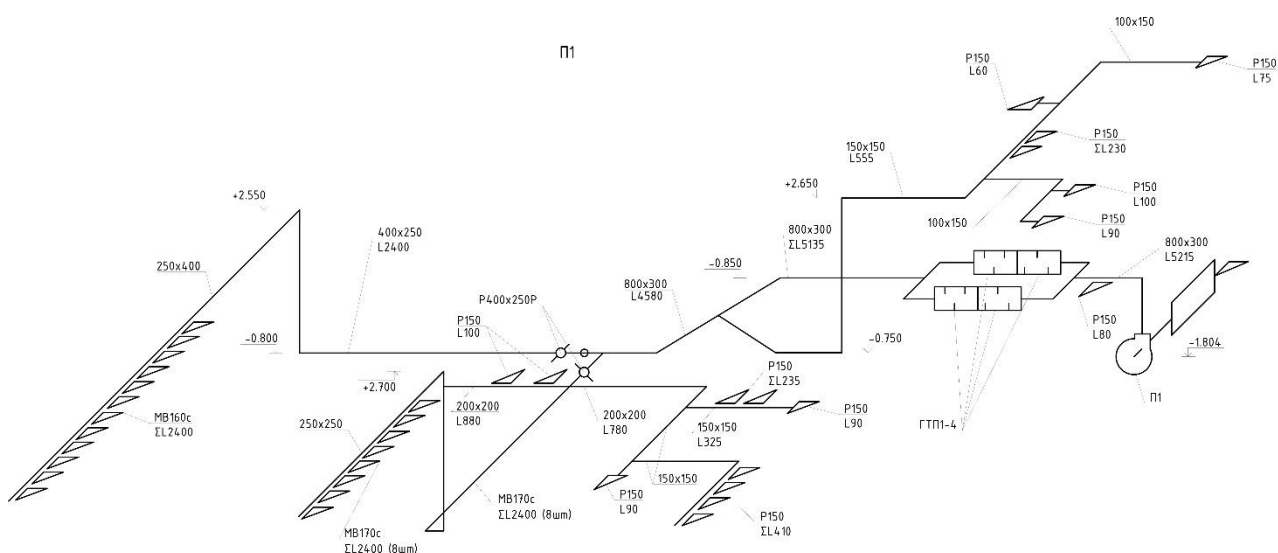


Рисунок 2 – Аксонометрическая схема П1

Система П1

N участка	L, м3/ч	l, м	d, мм	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	2400	26,85	350	250	400	308	6,667	1,63	1	43,6	1,049999952	26,7	28,0	72	72
2	4580	2,4	550	800	300	436	5,301	0,69	1	1,7	0,550000012	16,9	9,3	11	83
3	5135	2	550	800	300	200	5,943	2,25	1	4,5	0,449999988	21,2	9,5	14	97
4	5215	8,7	550	800	300	436	6,036	0,87	1	7,6	1,300000072	21,9	28,4	36	133

Ответвление 1

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	2180	5,6	400	250	308	6,056	1,36	1	7,6	1,049999952	22,0	23,1	31	31
2	1400	4,7	250	250	250	6,222	1,86	1	8,7	0,550000012	23,2	12,8	21	52
3	880	6	200	200	200	6,111	2,37	1	14,2	0,449999988	22,4	10,1	24	77
4	780	8,4	200	200	200	5,417	1,90	1	16,0	1,300000072	17,6	22,9	39	115

Ответвление 2

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	550	7,4	150	150	150	6,790	4,13	1	30,5	1,049999952	27,7	29,0	60	60
2	75	1,7	100	150	120	1,389	0,31	1	0,5	0,550000012	1,2	0,6	1	61
3	190	2,8	100	150	120	3,519	1,64	1	4,6	0,449999988	7,4	3,3	8	69

Система В1

N участка	L, м3/ч	l, м	d, мм	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	1400	34	300	250	250	250	6,222	1,86	1	63,1	1,049999952	23,2	24,4	87	87

Система В2

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	2400	5	500	300	375	4,444	0,60	1	3,0	1,049999952	11,9	12,4	15	15
2	2960	3	500	300	375	5,481	0,89	1	2,7	0,550000012	18,0	9,9	13	28
3	3515	15	500	300	375	6,509	1,21	1	18,2	0,449999988	25,4	11,4	30	58

Ответвление 1

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	560	2,4	200	200	200	3,889	1,04	1	2,5	1,049999952	9,1	9,5	12	12
2	60	1,2	150	100	120	1,111	0,21	1	0,2	0,550000012	0,7	0,4	1	13
3	100	0,7	150	100	120	1,852	0,52	1	0,4	0,449999988	2,1	0,9	1	14
4	400	4	200	200	200	2,778	0,56	1	2,3	1,300000072	4,6	6,0	8	22

Ответвление 2

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	$\beta_{ш}$	$R \cdot \beta_{ш} \cdot l$	Сум ζ .	Rд, Па	Z, Па	P, Па	Сум P, Па
1	315	5,5	100	200	133	4,375	2,14	1	11,7	1,049999952	11,5	12,1	24	24

Ответвление 3

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па
1	240	3,5	100	200	133	3,333	1,30	1	4,6	1,049999952	6,7	7,0	12	12

Система В3

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па
1	150	8,5	150	150	150	1,852	0,39	1	3,3	1,049999952	2,1	2,2	5	5

Система В4

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па
1	60	5,64	150	150	150	0,741	0,08	1	0,4	1,049999952	0,3	0,3	1	1

Система В5

N участка	L, м3/ч	l, м	d, мм	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па
1	600	3,25	200	200	150	171	5,305	2,22	1	7,2	1,049999952	16,9	17,7	25	25

Система В6

N участка	L, м3/ч	l, м	a, мм	b, мм	dэ, мм	v, м/с	R, Па/м	βш	R*βш*l	Сум ζ.	Рд, Па	Z, Па	Р, Па	Сум Р, Па
1	180	11	200	200	200	1,250	0,14	1	1,5	1,049999952	0,9	1,0	2	2

3.5 Подбор оборудования

Расчет и подбор калориферов системы П1

Определить тепловую мощность для нагрева определенного объема воздуха.

а) Определяем массовый расход нагреваемого воздуха

$$G \text{ (кг/ч)} = L * \rho$$

(19)

L - объемное количество нагреваемого воздуха, м3/час

ρ - плотность воздуха при средней температуре (сумму температуры воздуха на входе и выходе из калорифера разделить на два) - таблица показателей плотности представлена выше, кг/м3

б) Определяем расход теплоты для нагревания воздуха

$$Q \text{ (Вт)} = G * c * (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}) \quad (20)$$

G - массовый расход воздуха, кг/час

c - удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг•К), (показатель берется по температуре входящего воздуха, смотреть ниже - по таблице)

$t_{\text{нач}}$ - температура воздуха на входе в теплообменник, °С

$t_{\text{кон}}$ - температура нагретого воздуха на выходе из теплообменника, °С

$$Q \text{ (Вт)} = L * \rho * c * (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}) = 5215 * 1.42 / 3600 * 1011 * (16 - (-40)) = 116460 \text{ Вт}$$

Исходя из этого ставим 2 калорифера марки КСк 3 -7.

Технические характеристики приведены ниже

Калорифер КСк 3-7 (водяной) предназначен для воздушного отопления объектов промышленного, сельскохозяйственного и гражданского назначения и могут использоваться во всех помещениях, где допускается местная рециркуляция нагретого воздуха.

Производительность калорифера по воздуху - 3150 м³/ч

Площадь поверхности теплообмена - 16,5 м² Вес (масса) не более - 42 кг

Вместимость (объем) воздухонагревателя КСк 3-7 - 4,7 литра

Тепловая мощность - 66,5 кВт

Габариты по контуру - 727 x 575 x 180 мм

Производство водяного биметаллического калорифера типа КСк 3-7 осуществляется, согласно технических условий ТУ 4863-002-55613706-2011 с соблюдением основных параметров теплотехнических, гидравлических, аэродинамических характеристик и проверкой каждого воздухонагревателя этой серии.

Теплоотдающие элементы изготавливаются из стальной электросварной трубы 16x1,6 мм (ГОСТ 10704-91) или стальной цельнотянутой бесшовной холоднодеформированной трубы 16x1.5 мм (ГОСТ 8734-75) и алюминиевого накатного оребрения номинальным диаметром 39 мм.

Теплоноситель - горячая, перегретая вода. Три ряда теплоотдающих элементов. Расположены в шахматном порядке. Ходов по теплоносителю - четыре (шесть)

Количество теплонагревающих элементов – 35 шт.

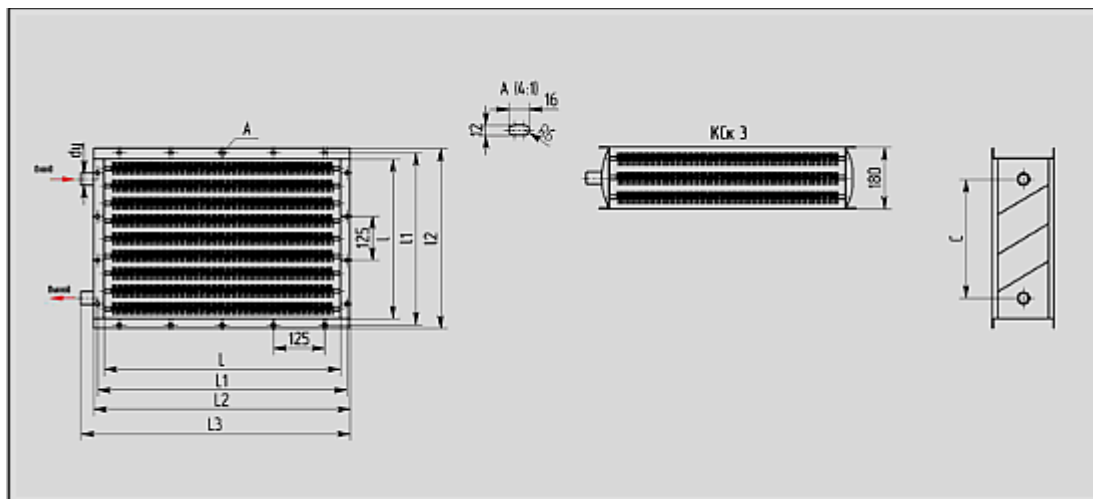
Полная длина трубки – 669 мм

Длина алюминиевого оребрения несущей трубки – 629 мм

Диаметр штуцеров или патрубков (в зависимости от подсоединения) – 32 мм

Цена калорифера КсК 3 7 - 7669 руб. с НДС

Рис.4



Расчет и подбор воздушных фильтров

Согласно [1] очистка от пыли наружного воздуха, подаваемого в помещения общественных зданий системами вентиляции, должна предусматриваться при обосновании. Для приточных систем вентиляции зданий, рассматриваемых в проекте, допускается применять воздушные фильтры ФЯРБ для прямоугольных каналов, которые состоят из корпуса и крышки, изготовленных из оцинкованной стали. Крышка крепится к корпусу простыми защёлками. Корпус фильтров с обеих сторон снабжён фланцами, что обеспечивает лёгкое подсоединение к воздуховодам или другим компонентам вентиляционной системы. Фильтрующий материал выполнен в виде кассеты с мешочными фильтрами из синтетического волокна и имеет класс очистки EU3, EU5 или EU7. Материал фильтров обладает повышенной термостойкостью. Фильтрующие элементы устанавливаются в направляющих и поэтому легко извлекаются при замене. На корпусе установлены измерительные патрубки для подключения U-образных или дифференциальных манометров. Фильтры ФЛР могут быть установлены горизонтально или вертикально. Площадь фильтровальной поверхности, м², определяется по формуле

$$F_{\text{ф}} = L / q, \quad (21)$$

где L – количество воздуха, подаваемого в помещение (расчетный воздухообмен), м³/ч;

q – рекомендуемая воздушная нагрузка (для фильтров ФяРБ $q = 7000$ м³/м²ч).

$$F_{\phi} = 5215 / 7000 = 0,745 \text{ м}^2.$$

Исходя из необходимой площади фильтровальной поверхности, принимаем к установке 4 фильтра ФяРБ для прямоугольных каналов, представленный на рисунке 5.

Технические характеристики и размеры фильтра приведены на рисунках 5 и 6.

Рис.5 - Фильтры типа ФяРБ для прямоугольных каналов

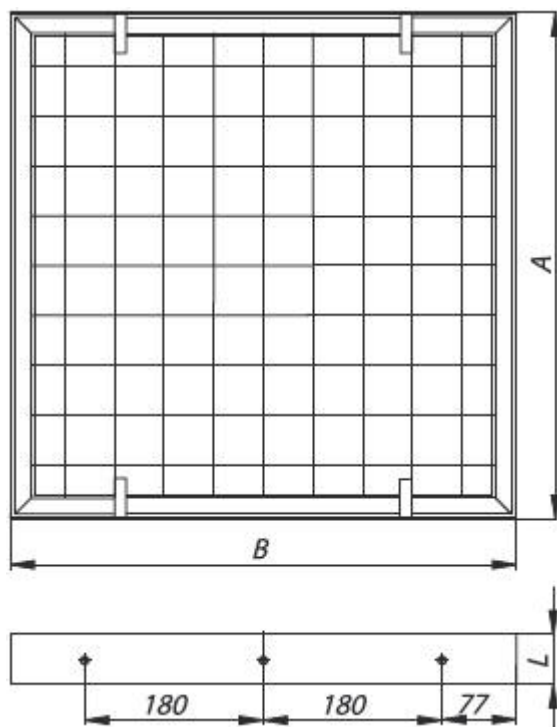


Рис. 6 - Технические характеристики фильтра ФяРБ

Параметры	ФяРБ(М)
Пропускная способность, м3/ч	1540
Удельная воздушная нагрузка, м3/ч*м2	7000
Начальное аэродинамическое Па сопротивление,	50
Эффективность очистки, %	58
Класс фильтра по ГОСТ Р 51251-99 EN 779 (Eurovent 4/9)	G3 (EU3)
Рекомендуемое конечное сопротивление, Па	150

Выбор радиального вентилятора выполняют по требуемой производительности $L_{\text{в}}$, м³/ч, и полному давлению вентилятора $p_{\text{в}}$, Па:

$$L_{\text{в}} = 1,1 \cdot L.$$

(22)

Для приточных систем вентиляции:

$$p_B = 1,1 \cdot \Delta p_{\text{маг}} + \Delta p_K + H_{\text{рф}}; \quad (23)$$

для вытяжных систем вентиляции:

$$p_B = 1,1 \cdot \Delta p_{\text{маг}}, \quad (24)$$

где $\Delta p_{\text{маг}}$ – общие потери давления в воздуховодах по магистральному направлению, Па;

Δp_K – сопротивление калориферной установки по воздуху;

$H_{\text{рф}}$ – сопротивление фильтра.

Подбираем оборудование для приточной системы:

$$L_B = 5736,5 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$$P_B = 336,3 \text{ Па}.$$

1. Вентилятор канальный ВР-300-45-4,0, электродвигатель аир100l6

$$N=2,2 \text{ кВт}, n=1000 \text{ об/мин}.$$

2. Канальный водяной электронагреватель КсК 3-7 (x2),

$$P=150 \text{ Па}.$$

3. Фильтр ФяРБ, $P=100 \text{ Па}$.

4. Шумоглушитель ГТП 1-4 (x2); $P=10 \text{ Па}$.

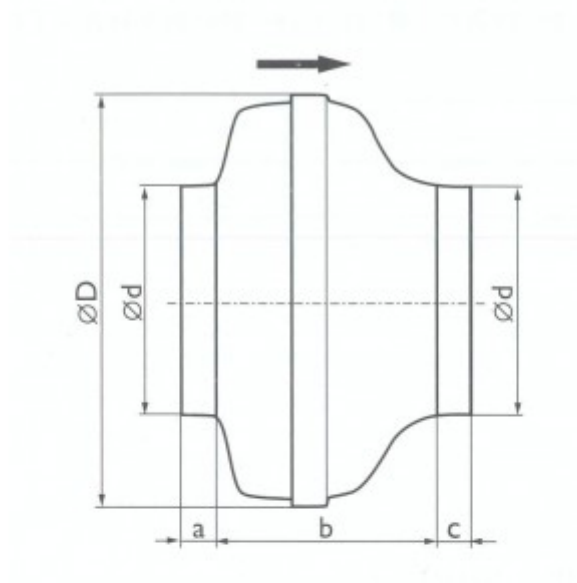
Система В1:

$$L_B = 3866,5 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$P_B = 63,8 \text{ Па}.$$

Вентилятор канальный СК 315C Östberg (Швеция)

Размеры канального вентилятора СК 315С



Размеры, мм

a	b	c	d	D
32	185	40	315	402

Техническая характеристика канального вентилятора СК 315С

Производительность, м ³ /час	1620
Напряжение, В/Гц	230/50
Мощность, Вт	284
Ток, А	1,24
Частота вращения, об/мин	2370
Максимальная температура, t°С	50
Вес, кг	6,5

Система В2:

$$L_B = 1540 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$P_B = 95,7 \text{ Па.}$$

Вентилятор RK 600x350 E3

Система В3:

$$L_B = 165 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$P_B = 5,5 \text{ Па.}$$

Вентилятор Вентс 125к

Рис. 8

Параметр	Величина	Единица измерения
Напряжение	220-240	В
Частота тока	50/60	Гц
Максимальная мощность	16	Вт
Производительность	180	м³/ч
	106,02	CFM
	50,04	л/с
	0,05004	м³/с
	3006	л/м
Ток	0.1	А
Частота вращения	2400	мин⁻¹
Уровень звукового давления на расст. 3 м	35	дБ(А)
Вес	0.65	кг
Защита	IP 34	класс
Размер патрубка	125	мм
Тип мотора	220-240В / 50-60Гц	

Система В4:

$$L_B = 66 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$P_B = 1,1 \text{ Па.}$$

Вентилятор Вентс 125к

Система В5:

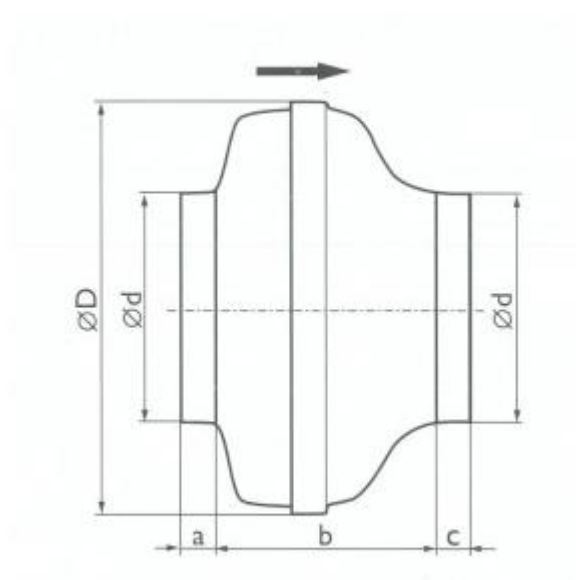
$$L_B = 660 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$P_B = 27,5 \text{ Па.}$$

Вентилятор ск160с

Рис. 9

Размеры канального вентилятора СК 160С



Размеры, мм

a	b	c	d	D
28	170	30	160	344

**Техническая характеристика
канального вентилятора СК 160С**

Производительность, м ³ /час	860
Напряжение, В/Гц	230/50
Мощность, Вт	100
Ток, А	0,44
Частота вращения, об/мин	2480
Максимальная температура, t°С	65
Вес, кг	4,3

Система В6:

$L_B = 198 \text{ м}^3 / \text{ч}$

$P_B = 2,2 \text{ Па}$.

Вентилятор Вентс 150ВК

Рис. 10

Параметр	Величина	Единица измерения
Напряжение	230	В
Частота тока	50	Гц
Ток	0.35	А
Потребляемая мощность	80	Вт
Максимальный расход воздуха	460	м³/ч
	270,94	CFM
	127,88	л/с
	0,12788	м³/с
	7682	л/м
Частота вращения	2725	мин⁻¹
Уровень звукового давления на расст. 3 м	46	дБ(А)
Максимальная температура перемещаемого воздуха	-25 +55	°С
Защита	IP X4	класс
Масса	2.45	кг
Размер патрубка	150	мм
Двигатель повышенной мощности	Нет	
Малошумное исполнение	Нет	
Класс энергоэффективности	В	

3 Технология возведения инженерных систем

3.1 Подготовительные работы перед монтажом системы вентиляции

В системах вентиляции используются вентиляторы, приточные камеры, воздушные завесы, воздухонагреватели, отопительно-вентиляционные агрегаты, оборудование для очистки воздуха, воздуховоды и фасонные части к ним, вентиляционные детали, прокладочные и вспомогательные материалы. Монтажно-сборочные работы по системам вентиляции и включают в себя следующие основные последовательно – вспомогательные процессы:

- подготовку объекта к монтажу указанных систем;
- приём и складирование воздуховодов и оборудования;
- комплектование воздуховодов, фасонных частей и вентиляционных деталей;
- подбор и комплектование вентиляционного оборудования, а при необходимости – проведение предмонтажной ревизии оборудования;

- д) сборку узлов;
- е) доставку узлов, деталей и элементов к месту монтажа;
- ж) установку средств крепления;
- з) монтаж оборудования;
- и) укрупнительную сборку оборудования;
- к) монтаж магистральных (вертикальных, горизонтальных и наклонных) воздуховодов;
- л) монтаж опусков и деталей систем;
- м) изготовление и монтаж подмеров;
- н) обкатку смонтированного оборудования;
- о) наладку и регулирование систем;

сдачу систем в эксплуатацию.

К моменту начала монтажа систем вентиляции воздуха должны быть выполнены следующие общестроительные работы: устройство перекрытий, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов и установки вентиляционного оборудования; устройство фундаментов и других опорных конструкций для присоединения к ним деталей воздуховодов, герметических дверей, унифицированных воздушных заслонок и других деталей вентиляционных систем; устройство монтажных проёмов и выносных площадок для подачи крупногабаритных деталей и вентиляционного оборудования к месту монтажа; пробивка отверстий для прохода воздуховодов через междуэтажные перекрытия, кровлю, стены, и перегородки в тех случаях, когда отверстия не были оставлены при возведении здания; оштукатуривание потолков, стен и перегородок в местах прокладки воздуховодов, установки решеток и других воздухораспределительных устройств; устройство вентиляционных каналов в строительном оформлении; нанесение отметок чистого пола на колоннах, перегородках и стенах; остекление окон и фонарей и установка наружных дверей и ворот.

Указанные работы должны быть выполнены на отдельных захватках или на всём объекте. Их готовность оформляется двусторонним актом. После приёмки объекта под монтаж уточняется совмещённый график производства работ с возможной корректировкой сроков выполнения строительных, электромонтажных, санитарно-технических и других смежных разрабатываются вентиляционные заготовки и детали, принимается в монтаж по акту вентиляционное оборудование, завозится ручной инструмент, средства малой механизации, инвентарь и приспособления, заказываются механизмы и согласовываются методы крепления такелажных устройств к конструкциям здания.

3.2 Последовательность монтажа системы вентиляции

При монтаже металлических воздуховодов следует соблюдать следующие основные требования СНиП “Внутренние санитарно-технические системы”: не допускать опирания воздуховодов на вентиляционное

оборудование; вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от отвесной линии более чем на 2 мм на 1 м длины; фланцы воздуховодов и бесфланцевые соединения не следует заделывать в стены, перекрытия, перегородки и т.д.; болты во фланцевых соединениях должны быть затянуты до отказа, все гайки болтов располагаются с одной стороны фланца. При установке болтов вертикально гайки располагаются с нижней стороны соединения; воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажнённого воздуха следует монтировать так, чтобы в нижней части воздуховодов не было продольных швов; разводящие участки воздуховодов в которых возможно выпадение росы их транспортируемого влажного воздуха, прокладывают с уклоном 0,01...0,15 в сторону дренирующих устройств; воздуховоды следует надёжно крепить к строительным конструкциям, свободно подвешиваемые воздуховоды должны быть расчалены путём установки двойных подвесок через каждые две одинарные подвески при длине подвески до 1,5 м и через каждую одинарную подвеску при её длине более 1,5 м.

Способ монтажа воздуховодов выбирают в зависимости от их положения характера объекта, местных условий, расположением относительно строительных конструкций, а также от решений, заложенных в ППР или в типовых технологических картах.

Расчётный шаг кронштейнов, подвесок и других креплений воздуховодов устанавливается монтажным проектом, рабочей документацией или в соответствии со СНиПом назначается до 3 м при диаметрах круглых горизонтальных воздуховодов или размерах стороны прямоугольного воздуховода более 400 мм и не более 4 м для воздуховодов остальных размеров и вертикальных металлических.

Крепить растяжки и подвески непосредственно к фланцам воздуховодов не допускается. Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды. Конструктивные размеры средств крепления воздуховодов для всех диаметров и размеров приведены в альбоме типовых конструкций серия 5.904-1 “Крепления стальных неизолированных воздуховодов”.

Монтаж воздуховодов независимо от их конфигурации и месторасположения начинают с разметки и осмотра места прокладки, с тем чтобы выявить наиболее удобные пути транспортирования и подъём воздуховодов и недостающие средства крепления. Затем устанавливают на проектных отметках грузоподъёмные средства, доставляют в зону монтажа деталей воздуховодов и пристреливают недостающие закладные детали. Далее из отдельных деталей собирают укрупнённые блоки в соответствии с комплекточной ведомостью с установкой хомутов для подвески воздуховодов.

Воздуховоды собирают на фланцевых и бесфланцевых соединениях. При сборке на фланцах следят за тем, чтобы прокладки между фланцами обеспечивали плотность соединения и не выступали внутрь воздуховода. При бесфланцевых соединениях воздуховодов применяют простейшие раструбные, бандажные, телескопическое, планочное и реечное соединения, а также

бесфланцевое соединение с соединительной рейкой.

Вертикальные воздуховоды монтируют методом наращивания, выдавливанием или поворотом с помощью падающей стойки или подставки. При монтаже металлических вертикальных воздуховодов так же, как и при монтаже горизонтальных, размечают места установки средств крепления и грузоподъёмных средств, устанавливают их и доставляют детали воздуховодов к месту монтажа. Укрупнённая сборка воздуховодов в звенья производится не во всех случаях. Звенья или петли воздуховодов соединяют между собой с монтажного горизонта или подмостей.

После укрупнительной сборки воздуховодов в звенья непосредственно у места монтажа на полу приступают к монтажу горизонтальных воздуховодов. По концам звена крепят оттяжки, удерживающие блок от раскачивания во время подъёма и облегчающие его заводку на место установки.

3.3 Испытание и сдача в эксплуатацию систем вентиляции

Перед предпусковыми испытаниями проверяют: соответствие проекту и правильность установки вентиляционного оборудования, устройства вентиляционных шахт каналов и монтажа воздуховодов; прочность креплений вентиляционного оборудования, воздуховодов и других устройств и наличие ограждений у ременных передач; правильность установки жалюзийных решёток, клапанов, герметических дверей и наличие фиксирующих приспособлений у регулирующих устройств; выполнение предусмотренных проектом мероприятий по борьбе с шумом.

Установка вентиляции до её испытания должна непрерывно и исправно проработать в течение времени, определяемого по паспорту испытываемого оборудования или по техническим условиям.

По результатам обкатки вентиляционного оборудования составляется акт по форме обязательного приложения 1 СНиП 3.05.01-85.

При испытании проверяют: работоспособность системы; соответствие производительности вентилятора проектным данным; равномерность прогрева водонагревателей и распыления воды форсунками; герметичность соединений; соответствие проектным данным объёма воздуха, проходящего через воздухораспределители и воздухозаборные устройства. Особое внимание обращают на соответствие температур и влажности подаваемого в помещение воздуха проектным данным и на его скорость, особенно, если этот воздух поступает на рабочее место.

Величина подсоса и утечек воздуха в системах вентиляции при длине сети до 50 м не должна превышать 10%, а при большей длине сети 15% производительности вентилятора.

После окончания работ по предпусковым испытаниям и регулировке установок составляют приёмочный акт, приложением к которому должны являться следующие документы: исполнительные чертежи с пояснительной запиской и со всеми внесёнными в рабочую документацию изменениями,

допущенными при производстве работ, а также документы, подтверждающие изменения; акты освидетельствования скрытых работ и акты промежуточной приёмки ответственных конструкций; паспорта на оборудование; акты на предпусковые испытания и регулирование вентиляционных установок; паспорта на вентиляционные установки в двух экземплярах по форме обязательного приложения 2 СНиП 3.05.01-85. Испытание и наладка установок вентиляции на санитарно-гигиенические и технологические требования должны проводиться при полной технологической загрузке вентилируемых помещений и технологического оборудования.

Комплексное опробование систем вентиляции воздуха осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

3.4 Инструменты для монтажа систем отопления и вентиляции

Перечень инструмента и приспособлений для монтажа систем отопления и вентиляции приведён в таблице 8.

Таблица 10 – Инструменты постоянного пользования

Инструмент	Обозначение	Число	Срок службы, мес.
Метр складной металлический	-	5	18
Отвес-рулетка.	СТД972/2	2	36
Уровень брусковый	L=200мм	1	24
Молоток:			
Слесарный	800г.	2	24
кровельный	750г.	2	24
ключи:			
гаечные двусторонние	8x10мм	2	36
	13x14мм	2	36
	17x19мм	2	36
	S=30	1	24
гаечный разводной	СТД961/76	6	24
трещотный			
ножницы по металлу СТД-48	L=200мм	2	24

зубило слесарное	16x60	2	9
	8x60	1	6

Окончание таблицы 8

Крейцмейсель слесарный Плоскогубцы Струбцина для сборки фланцев Маска сварочная Электродержатель Оправки удлиненные Лебёдки рычажные Трос стальной.	l=200мм	3	24
	-	4	18
	-	1	24
	-	1	12
	СТД931/2	4	18
	Q=1-1,5т.	2	2
	d=10-12мм	5м	6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Год от года индустрия обеспечения микроклимата стремительно развивается. Системы вентиляции, являющиеся системами жизнеобеспечения, имеют, на сегодняшний день, большую актуальность. Особенно остро стоит проблема обеспечения комфортных условий микроклимата в производственных помещениях. Исходя из этого, необходимо владеть навыками точного расчёта и рационального подбора оборудования для названных инженерных систем. В настоящей работе представлены расчёты системы вентиляции, а также рассмотрены вопросы, связанные с монтажом данной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 60. 13330. 2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха
2. СП 50. 13330. 2012 Тепловая защита зданий
3. СП 131. 13330. 2012 Строительная климатология
4. СП 118. 13330. 2012 Общественные здания и сооружения
5. Пособие 2.91 к СНиП 2.04.05-91. Расчет поступлений теплоты солнечной радиации в помещения/ Промстройпроект. – М.: 1993 – 42с.
6. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.І. Отопление / Под ред. И. Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990 – 344с.
7. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов / В.П.Титов и др. – М.: Стройиздат 1985-208с.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.ІІ. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Под ред. И. Г. Старовойтова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990-370с.
9. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч 2. Вентиляция /Под ред. В.Н.Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439с.
10. Справочное пособие для расчета стальных отопительных конвекторов типа «Комфорт».
11. Говоров В.П. и Стешенко А.Л. Производство санитарно-технических работ. – М.: Стройиздат, 1976. – 400с.
12. Дикман Л.Г. Организация жилищно-гражданского строительства. – М: Стройиздат, 1990. – 495с. – (Справочник строителя).
13. Ананьев В.А., Балужева Л.Н. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие-М.: «Евроклимат», издательство «Арина», 2000- 416с.
14. Каганов Ш.И. Охрана труда при производстве санитарно-технических и вентиляционных работ. – М.: Стройиздат, 1989. – 300с.

Общие данные

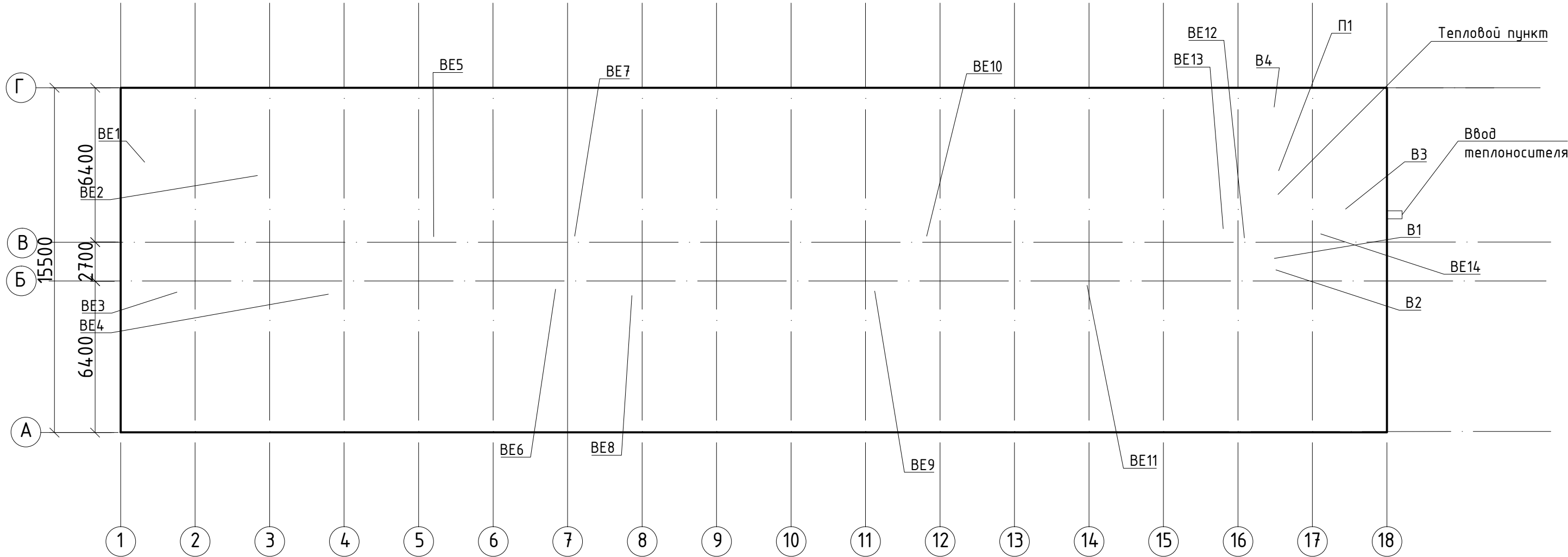
Характеристика вентиляционных систем

Обозначение системы	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технического оборудования)	Тип установки, агрегата	Вентилятор				Электродвигатель			Воздухонагреватель						Фильтр			Примечание				
				Тип, исполнение по взрывозащ.	№	Схема исполнения	Положение	L, м³/ч	P, Па КГС/м²	n, об/мин	Тип, исполнение по взрывозащите	N кВт	n, об/мин	Тип	№	Кол.	Т-ра на-грева, °С		Расход тепла, Вт (ккал/ч)		ΔР, Па КГС/м²	Тип	Кол.	ΔР, Па КГС/м²
																	от	до						
П1	1	Помещения столовой	BP-300-45	-	4	1	ПР.0°	5215	620 (62)	1000	АИР100L6	2,2	1000	КсК З	7	2	-40	+16	106,53		ФяРБ	4		
У1	1	Воздушно тепловая завеса (загрузочная)	ТВ З "Метеор"	-	-	-	-	450	80 (8)	-	в комплекте	0,1	-	Электр. N=3кВт	-	-	+16	+35			-	-	-	
В1	1	Отдельный зал столовой	СКЗ15С	канальный	-	1	-	1400	350 (25)	2400	в комплекте	220В 0,334	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В2	1	Горячий цех, производственные помещения	RK 600х350ЕЗ	канальный	-	1	-	3515	440 (44)	1250	в комплекте	380В 2,28	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В3	1	Моечная тары	ВЕНТС 125К	осевой	-	1	-	150	28 (2,8)	2400	в комплекте	220В 0,016	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В4	1	Кладовая мясо-молочных продуктов	ВЕНТС 125К	осевой	-	1	-	1400	42 (4,2)	2400	в комплекте	220В 0,016	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В5	1	Кабинет химии и биологии. Отсос от п.48	СК160С	канальный	-	1	-	1400	180 (18)	2450	в комплекте	220В 0,09	2450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В6	2	Компьютерный класс	ВЕНТС 125К	осевой	-	1	-	90	40 (4)	2400	в комплекте	220В 0,016	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В7	1	Мастерская по обработке древесины	ВЕНТС 150К	осевой	-	1	-	220	40 (4)	2400	в комплекте	220В 0,016	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
В8	1	Кабинет кулинарии. Отсос от п. 63	Зонт вытяжной ЗВ 180-60-1100-05 с вентилятором					180	50 (5)	-	в комплекте	220В 0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
АС1	1	Мастерская по обработ. древес. Отсос от п. 67	Вентиляционный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ-900М					720		2850	в комплекте	380В 1,5	2850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
АС2	1	Кладовая материалов. Отсос от п. 66	Стружкоотсос ЧВП-1200					1200		-	в комплекте	380В 1,1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Местные отсосы технологического оборудования

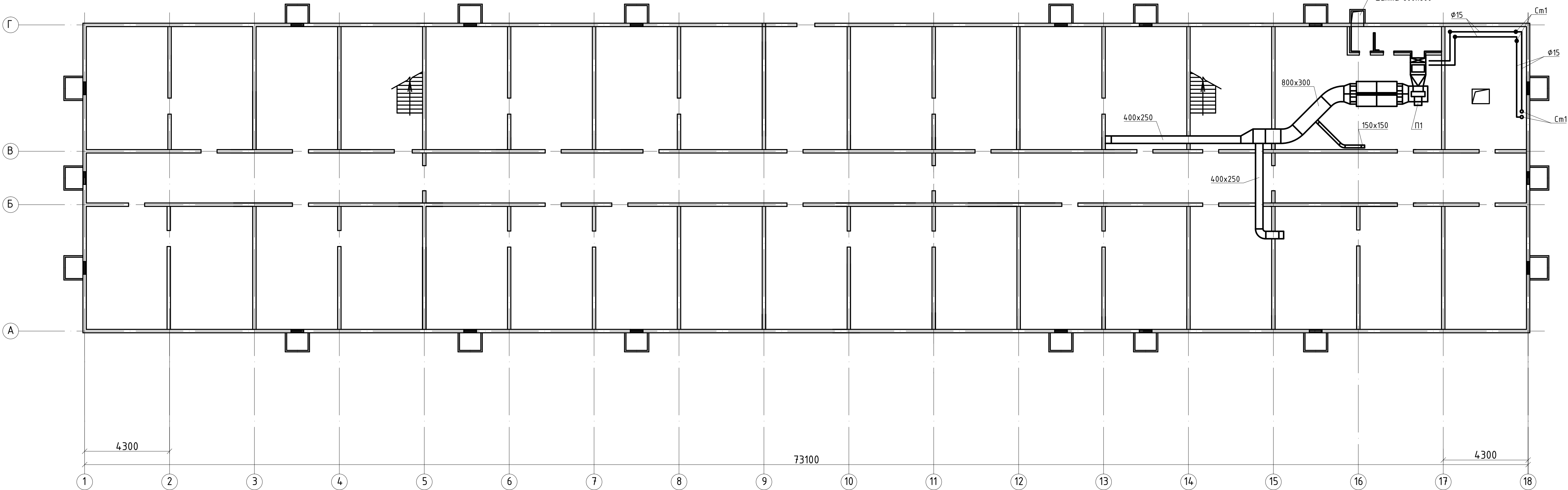
Поз.	Обозн. системы	Технологическое оборудование		Характеристика выделяющихся вредностей	Объем вытяжки м³/ч	
		Наименование	Кол.		На ед. оборуд.	Всего
1	В 2	Плита электрическая	2	Тепло, влага	750	1500
2	В 2	Устройство варочное	1	Тепло, влага	650	650
5	В 2	Электрокипятильник	1	Тепло, влага	250	250
6	В 2	Шкаф жарочный	1	Тепло, влага	400	400
13	В 2	Стол с моечной ванной	1	Влага	30	30
48	В 5	Шкаф вытяжной	1	Пары химических реакций	600	600
62	ВЕ 23	Стол с моечной ванной	1	Влага	30	30
63	В 8	Плита электрическая бытовая	1	Тепло, влага, запахи	180	180
66	АС 2	Станок фуговально-пилильный	1	Стружка, опилки, пыль	1200	1200
67	АС 1	Станок заточной	1	Абразивная пыль	720	720

План - схема

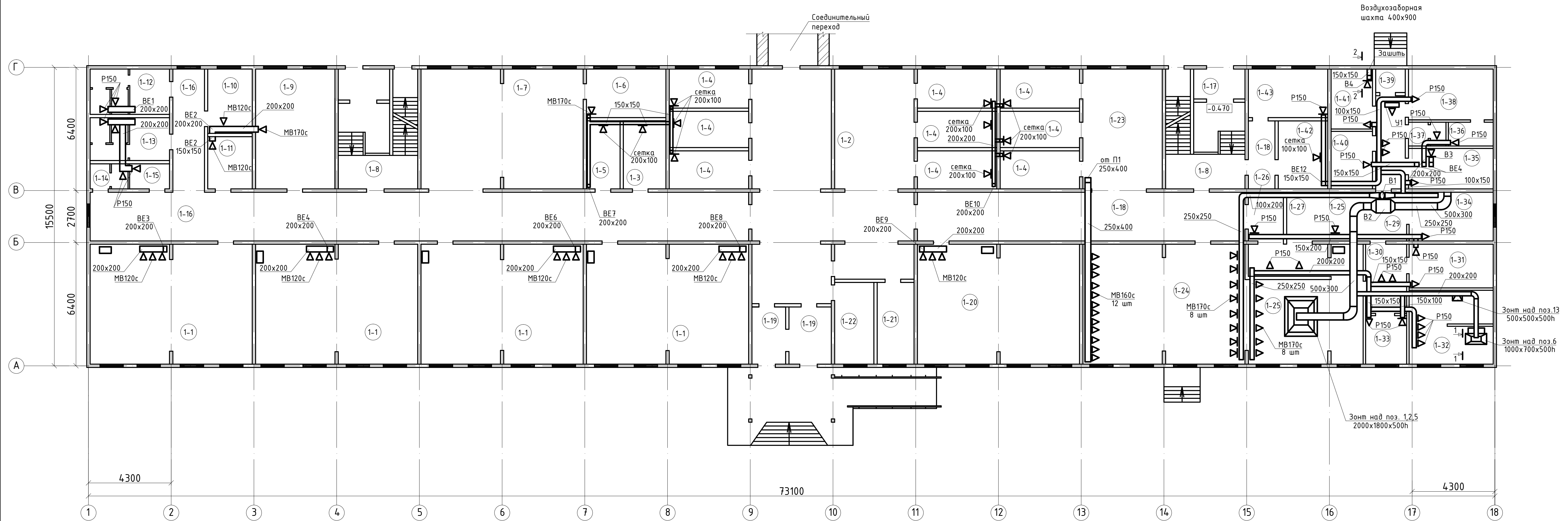


							БР-08.03.01.00.05			
							ИСИ СФЧ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№Изм.	Подп.	Дата		Вентиляция здания школы в п. Курагино Красноярского края	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Усачев Р.И.							БР	1	5
Руководитель	Шmidt В.К.						Общие данные		ИЗ13-11	

План технического подполья на отм. -2.200

[illegible]

План на отпм. 0.000

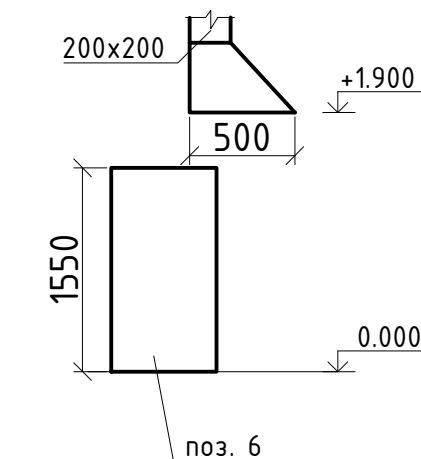


Экспликация помещений на отм. 0.000

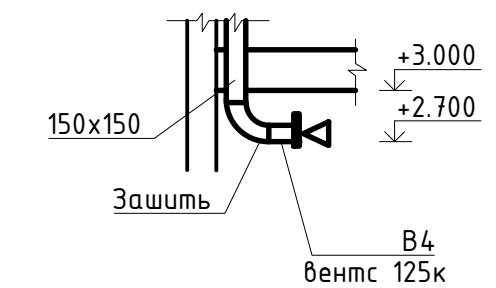
№ пом.	Наименование	Внут. t°С	Тепло-потери ккал/ч
1-1	Учебное помещение (4шт.)	20	2460х12120х1
1-2	Вестибиль	18	4180
1-3	Гардеробная ячейка	18	50
1-4	Гардеробная ячейка (9шт.)	18	820х360х6
1-5	Гардеробная ячейка	18	50
1-6	Кабинет завуча	18	840
1-7	Рекреация	18	1860
1-8	Лестничная клетка (2шт.)	16	1720х2
1-9	Учительская школы I ступени	18	1020
1-10	Методический кабинет	20	470
1-11	Санузел для детей инвалидов	18	40
1-12	Санузел для девочек	18	610
1-13	Санузел для мальчиков	18	310
1-14	Санузел для учителей	18	110
1-15	Комната уборочного инвентаря	16	20
1-16	Коридор школы I ступени	18	1470
1-17	Тамбур (2шт.)	-	-
1-18	Коридор	18	290
1-19	Тамбур главного входа (2шт.)	-	-
1-20	Кабинет ОБЖ	20	1960
1-21	Радиопузел	18	420
1-22	Комната охраны	18	420

№ пом.	Наименование	Внут. t°С	Тепло-потери ккал/ч
1-23	Рекреация	18	1360
1-24	Отдельный зал на 70 мест	20	1740
1-25	Горячий цех	18	1260
1-26	Моечная столовой посуды	20	80
1-27	Моечная кухонной посуды	18	80
1-28	Кладовая сухих продуктов	12	20
1-29	Загрузочная	16	440
1-30	Коридор	18	60
1-31	Мясо-рыбный цех	18	450
1-32	Цех мучных изделий	18	1100
1-33	Холодный цех	20	420
1-34	Овощной цех	18	460
1-35	Моечная тары	18	200
1-36	Душевая	25	120
1-37	Санузел персонала	18	20
1-38	Комната персонала	23	700
1-39	Тамбур столовой	-	-
1-40	Кладовая овощей	5	40
1-41	Кладовая мясо-молочных продуктов	16	510
1-42	Электрощитовая	16	60
1-43	Кабинет завхоза	18	800

Разрез 1-1

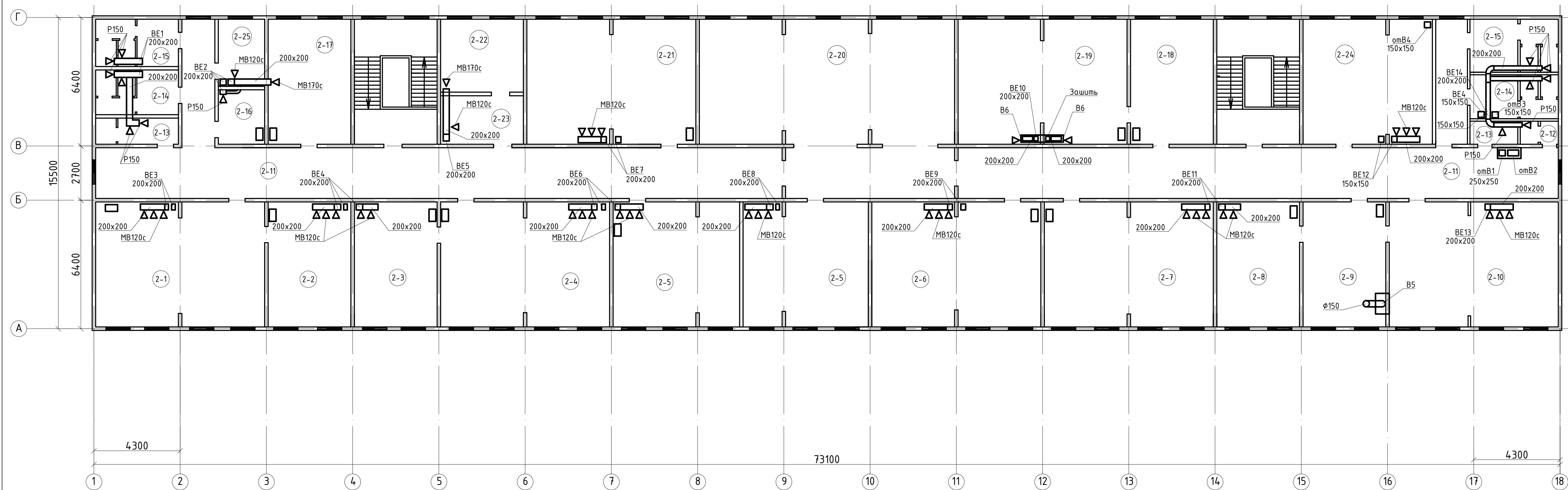


Разрез 2-2



						БР-08.03.01.00.05		
						ИСИ СФУ		
Изм. Колуч	Лист	№Изм	Подп.	Дата	Вентиляция здания школы в п. Курагино Красноярского края	Страница	Лист	Листов
Разработал	Усачев Р.И.					БР	3	5
Руководитель	Шmidt В.К.							
					План на отм. 0.000	ИЗ13-11		

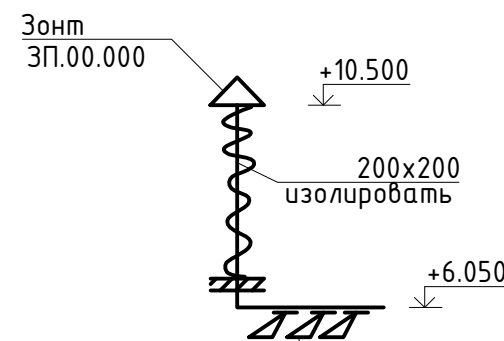
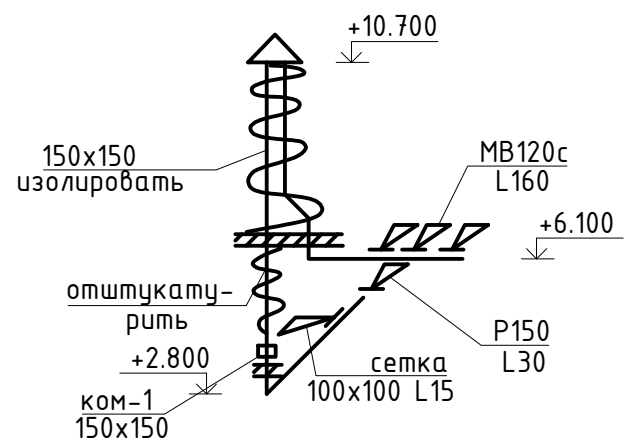
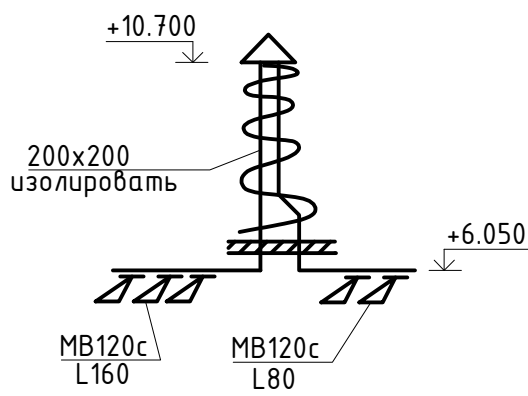
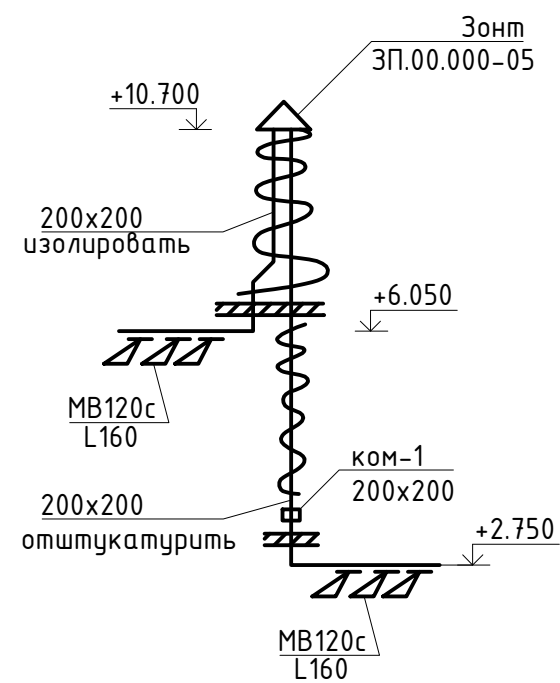
План на отм. +3.350



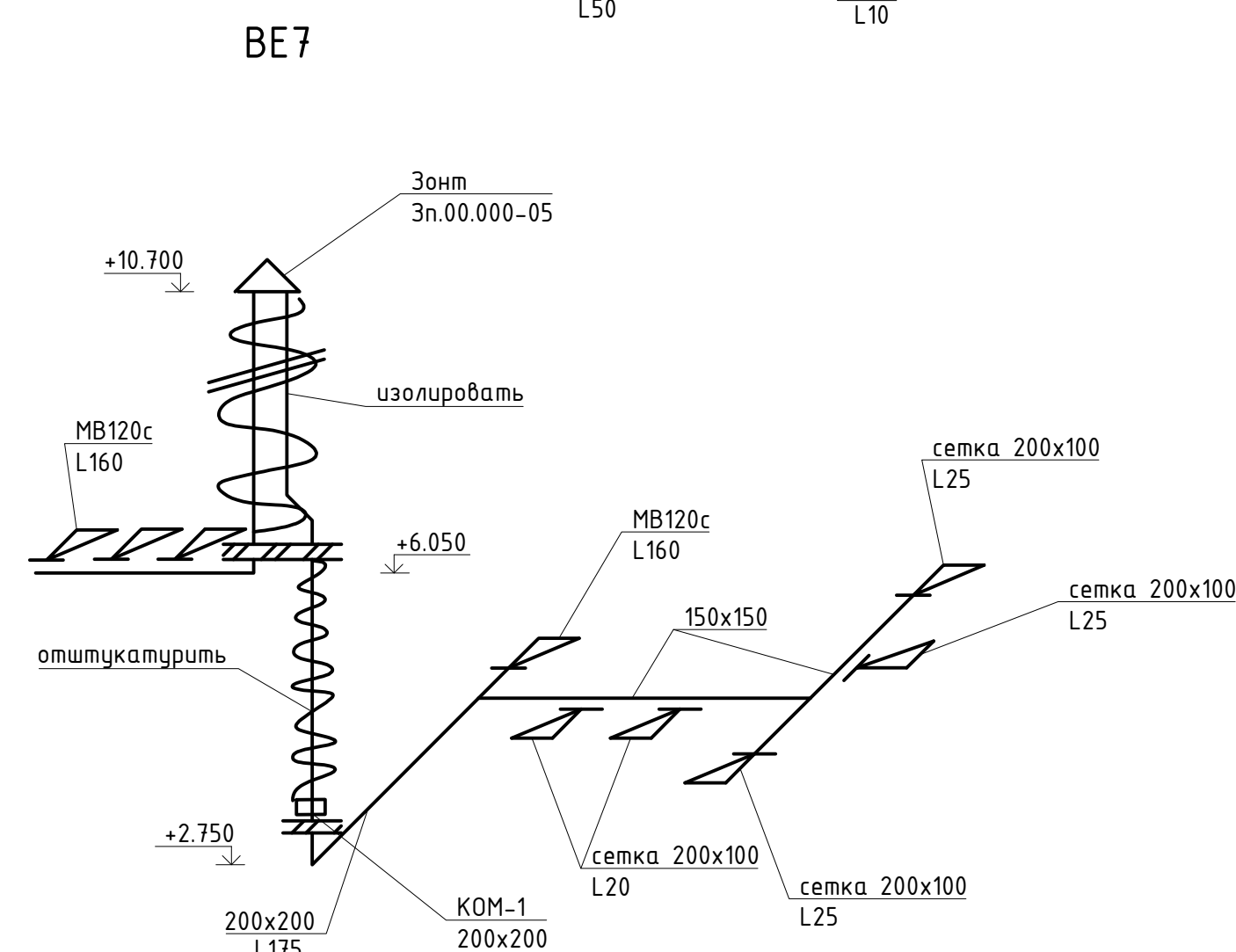
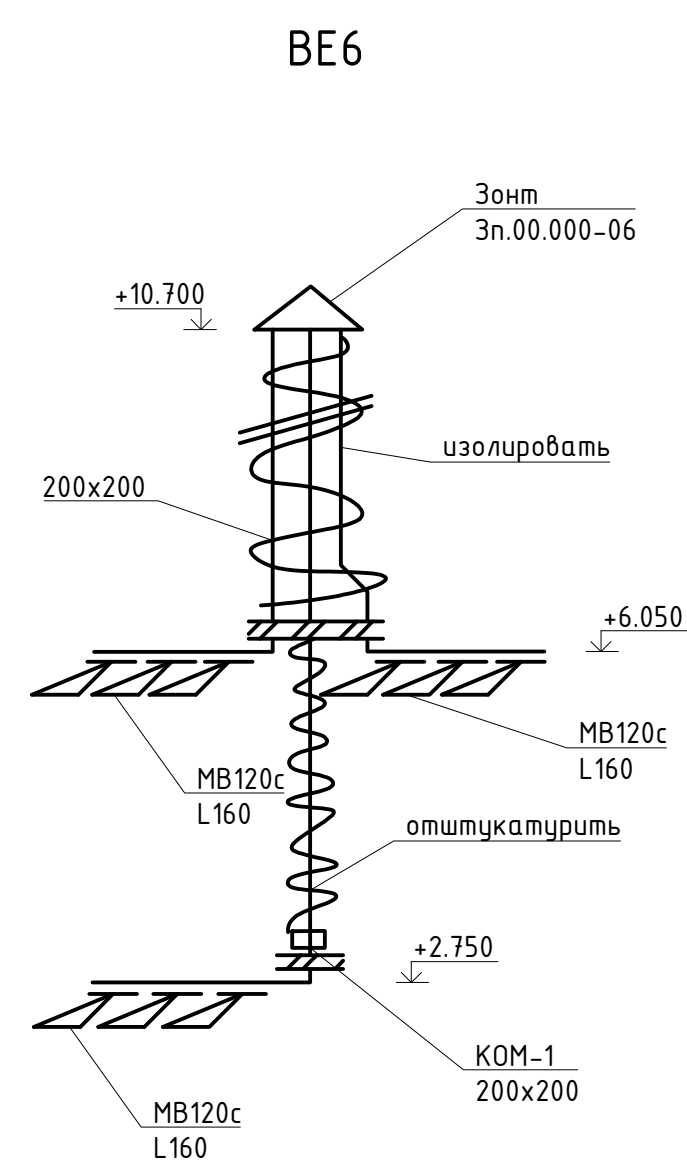
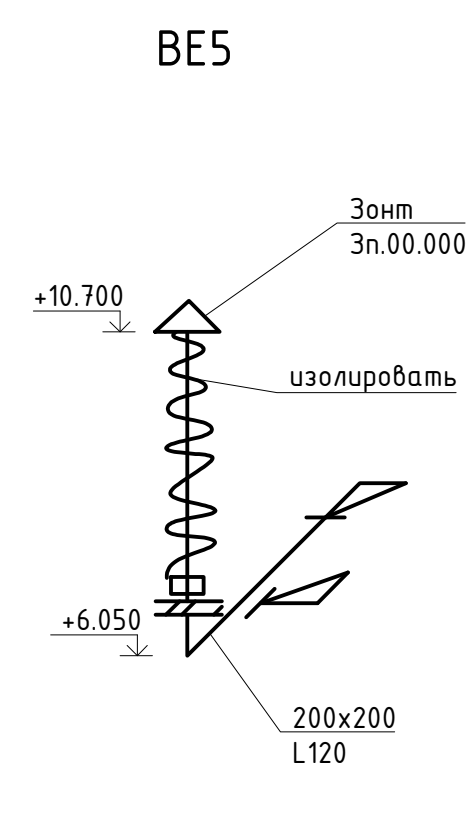
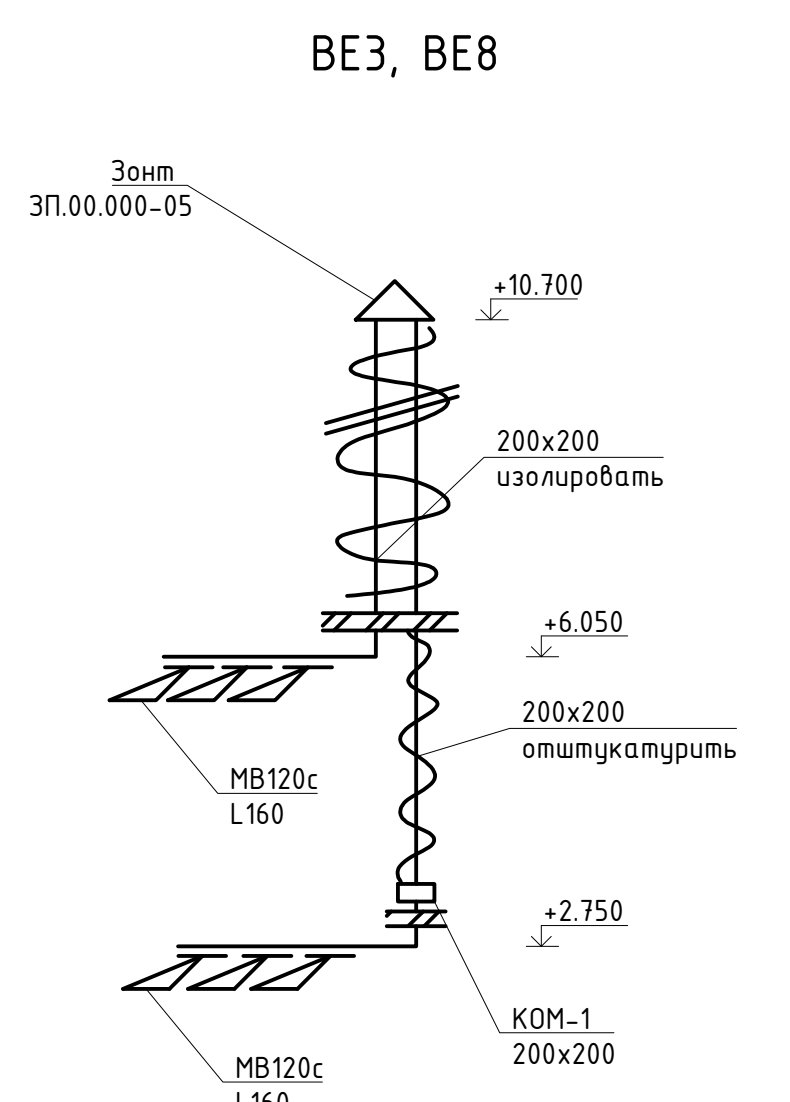
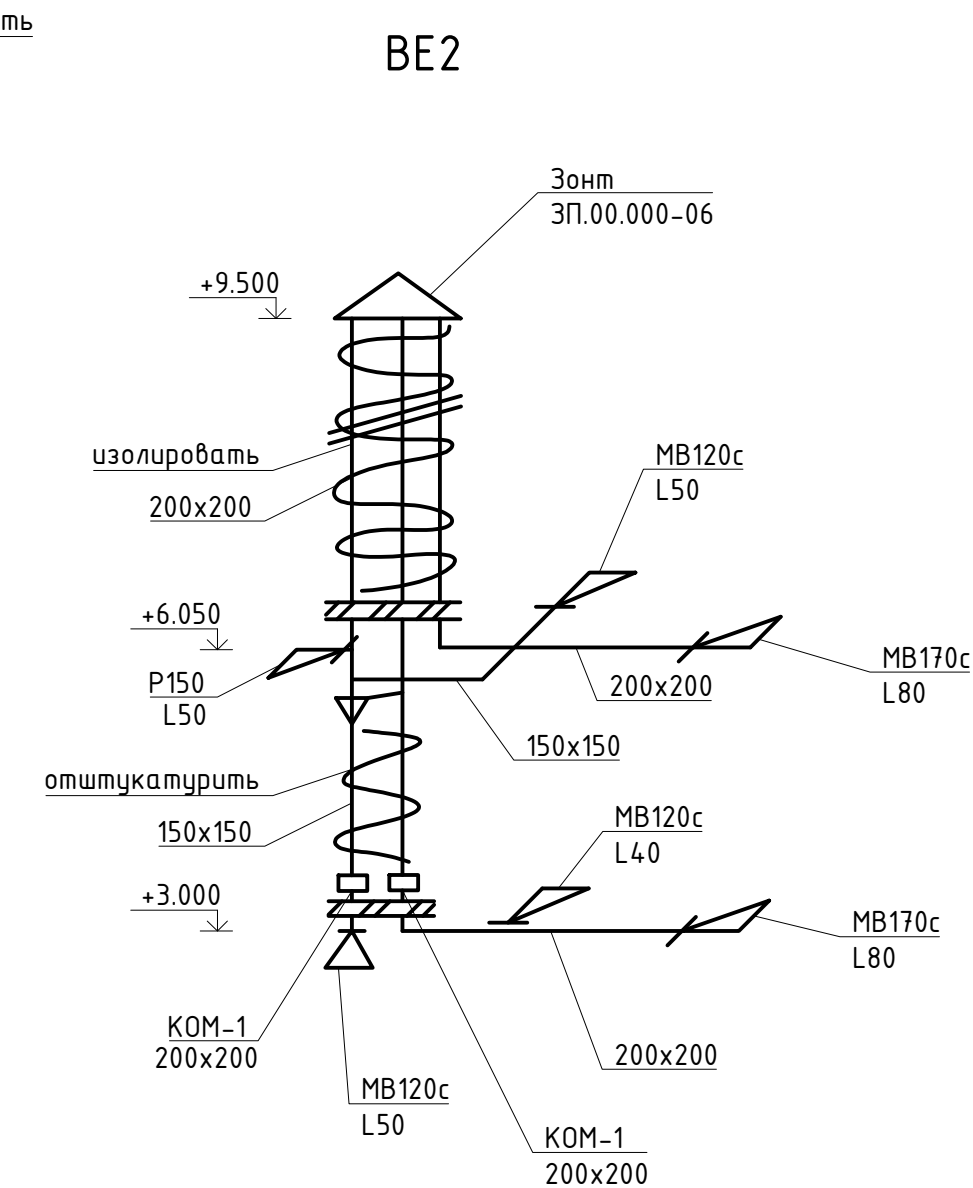
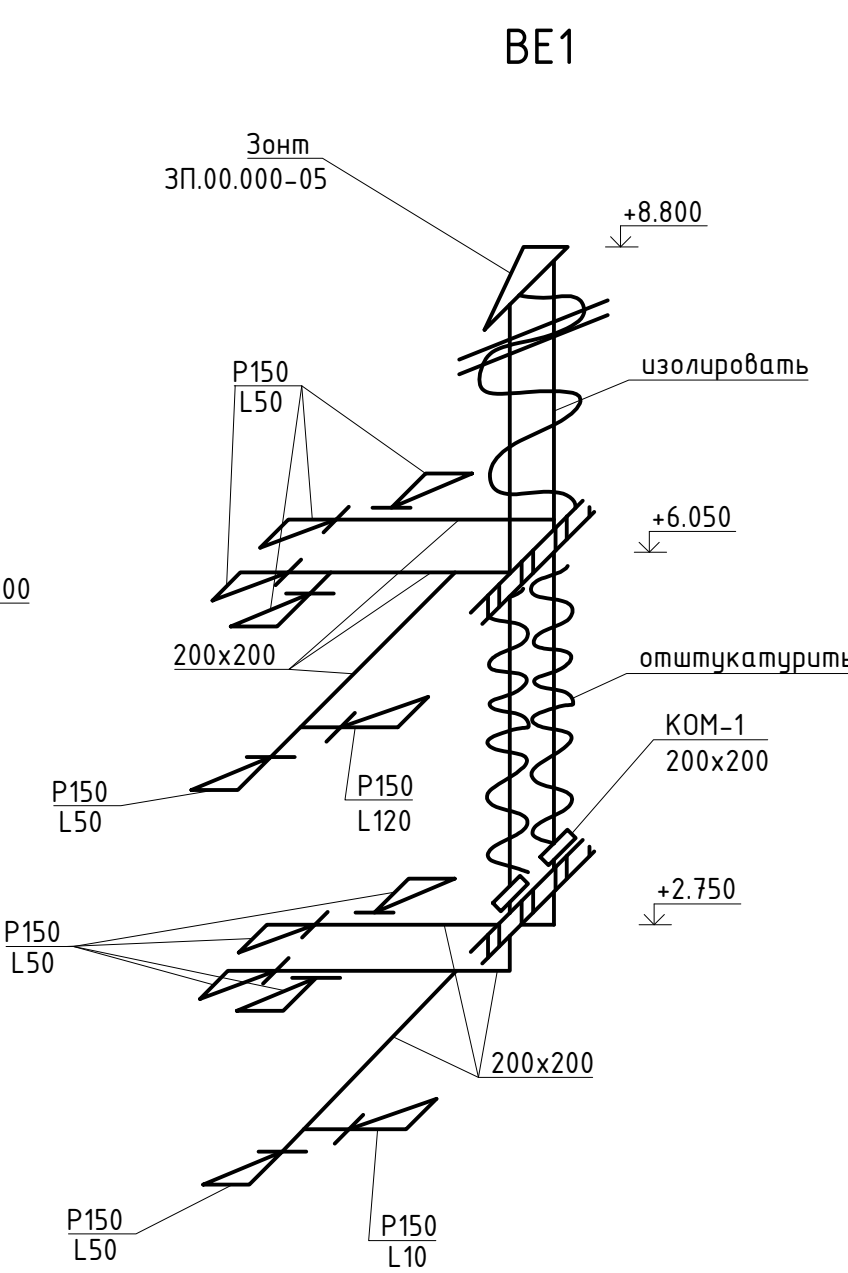
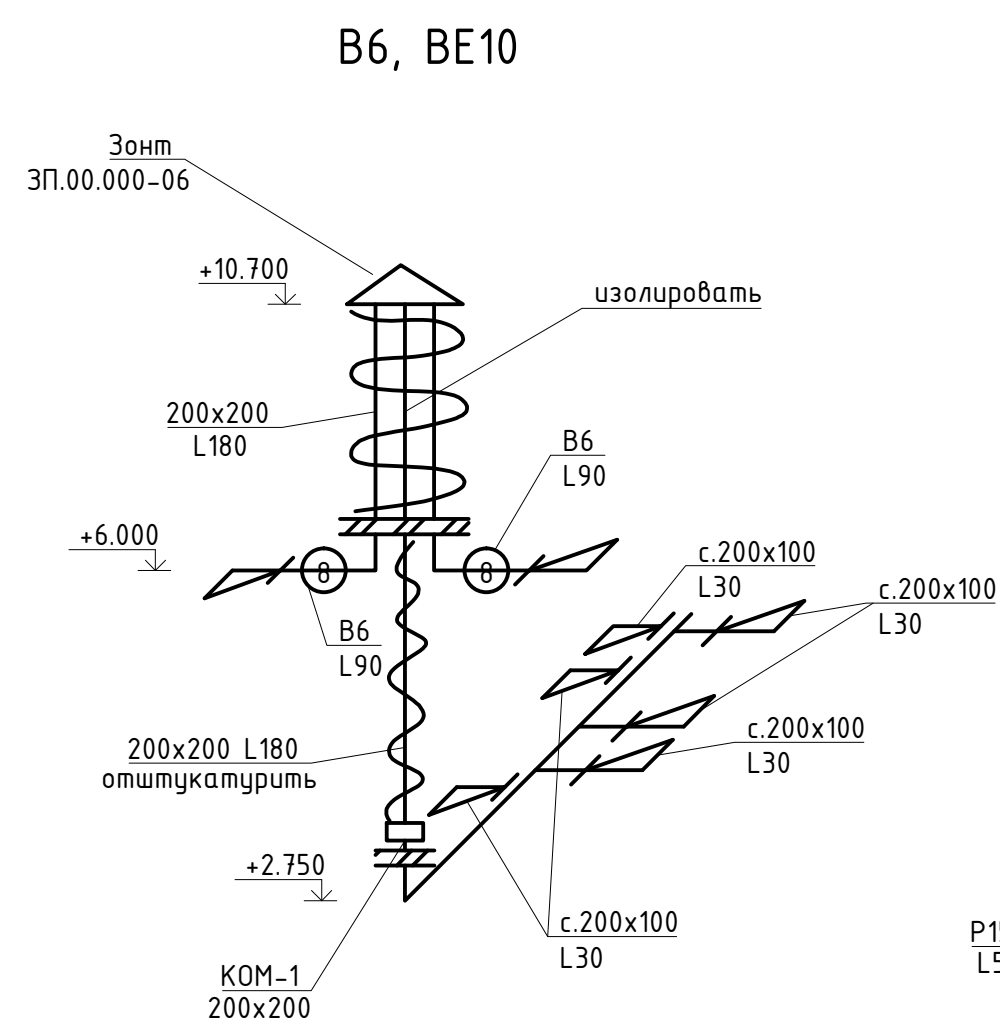
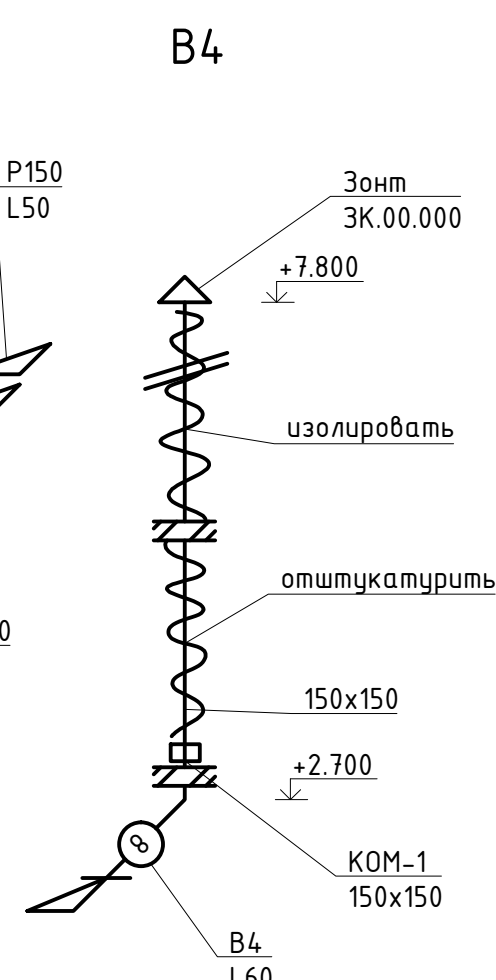
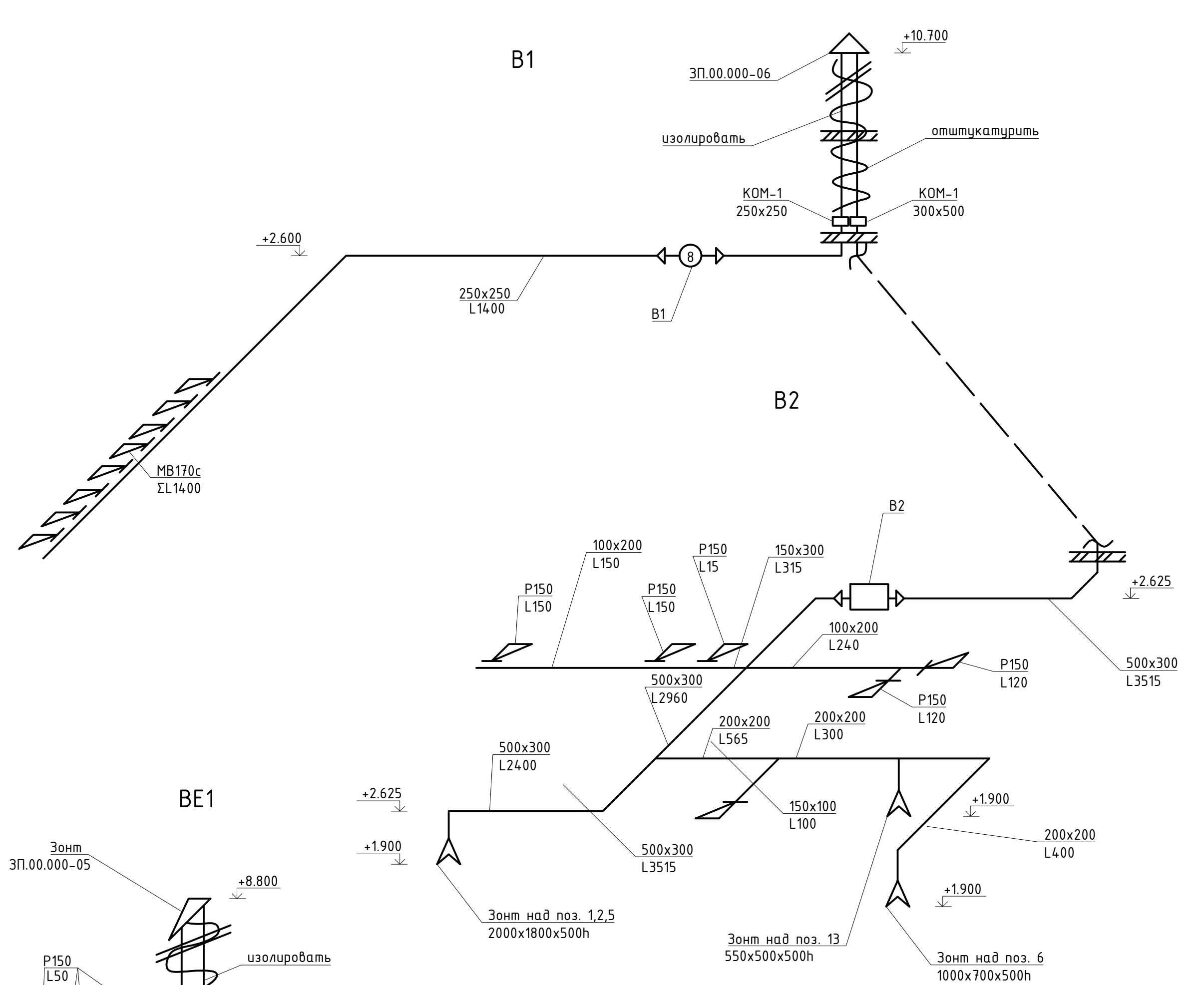
Экспликация помещений на отм. +3.500

№ пом.	Наименование	Внут. t°С	Тепло-потери ккал/ч
2-1	Кабинет истории и географии	18	2500
2-2	Лаборантская кабинета истории и географии	18	1040
2-3	Лаборантская кабинета физики и астрономии	18	1040
2-4	Кабинет физики и астрономии	18	2090
2-5	Кабинет иностранного языка (2шт.)	18	1580
2-6	Кабинет русского языка и литературы	18	2090
2-7	Кабинет математики	18	2090
2-8	Лаборантская биологии	18	1040
2-9	Лаборантская химии	18	1040
2-10	Кабинет химии и биологии	18	2500
2-11	Коридор	18	4120
2-12	Санузел для учителей (2шт.)	18	110х2

№ пом.	Наименование	Внут. t°С	Тепло-потери ккал/ч
2-13	Комната уборочного инвентаря (2шт.)	16	40х2
2-14	Санузел для мальчиков (2шт.)	18	350х2
2-15	Санузел для девочек	16	680х2
2-16	Санузел для детей инвалидов	18	90
2-17	Лаборантская	18	1040
2-18	Лаборантская компьютерного класса	20	1040
2-19	Компьютерный класс	20	2160
2-20	Рекреация	18	3230
2-21	Кабинет черчения	18	2090
2-22	Кабинет директора	18	910
2-23	Приемная	18	140
2-24	Учительская школы II ступени	18	1630
2-25	Комната личной гигиены девочек	20	120



				БР-08.03.01.00.05		
				ИСИ СФУ		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№Изм.	Подп.	Дата	
Разработал	Усачев Р.И.					Вентилиция здания школы в п. Куразино Красноярского края
Руководитель	Шmidt В.К.					
				План на отм. +3.350		
				ИЗ13-11		

[illegible]